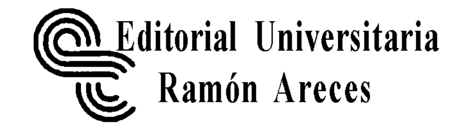
ATENCIÓN
Teoría y práctica

Addie Johnson
Robert W. Proctor



ganz1912

Título original: *Attention. Theory and Practice*

Tomás Bretón, 21 - 28045 Madrid
Teléfono: 915.398.659
Fax: 914.681.952
Correo: cerasa@cerasa.es
Web: www.cerasa.es

Supervisión y coordinación general: Antonio Crespo León
Traducción, notas al pie, glosarios y ejercicios:
Antonio Crespo León
Raúl Cabestrero Alonso
Pilar Quirós Expósito
Marcos Ríos Lago

ISBN-13: 978-84-9961-201-0
Depósito legal: M-25378-2015

Impreso por: Campillo Nevado, S.A.
Antonio González Porras, 35-37
28019 Madrid

Impreso en España/ *Printed in Spairt*

índice

Abreviaturas

ECF	Efecto de compatibilidad de los flancos
EEG	Electroencefalografía/Electroencefalograma
ERP	Potenciales evocados (*Event Related Potentials)*
Hz	Hertzios
IR	Inhibición de retorno
ms	Milisegundo
PA	Parpadeo atencional
PET	Tomografia por emisión de positrones
PI	Procesamiento de la información
PN	Priming negativo
PRP	Periodo refractario psicológico
PRSV	Presentación rápida de series visuales
RMf	Resonancia magnética funcional
TDS	Teoría de Detección de Señales
TIC	Teoría de la integración de Características
TR	Tiempo de reacción
VD	Variable dependiente
VI	Variable independiente

CAPÍTULO 0

Presentación de la edición española: introducción al estudio de la atención y marco conceptual

Antonio Crespo, Raúl Cabestrero, Marcos Ríos y Pilar Quirós
Facultad de Psicología, UNED

Esquema de contenidos

1. Sobre este texto

El texto que el lector tiene en sus manos es una traducción adaptada del original inglés *Attention. Theory and Practice,* de Addie Johnson y Robert W. Proctor. Esta versión española se ha elaborado teniendo en cuenta una audiencia inmediata constituida por estudiantes universitarios de Grado en Psicología, así como por potenciales lectores interesados en iniciarse en el ámbito de la psicología de la atención. El perfil de público señalado, unido a cuestiones de derechos editoriales, ha determinado que se omitan algunos capítulos del libro original (8, 10, 11 y 12) y, además, se reduzcan o sinteticen numerosas secciones al entender que se alejan de los objetivos básicos que persigue esta traducción, consiguiendo que la obra española se ciña a las aportaciones más relevantes. Por lo tanto, el lector que acuda al original inglés no debe perder de vista esta circunstancia. Esta labor de síntesis, no obstante, no ha rebajado en modo alguno el nivel científico al que está obligado un texto de esta naturaleza, demandando del lector un conocimiento de los fúndamentos básicos relacionados con metodología científica, muy especialmente con los procedimientos experimentales que nutren el *corpus* de la psicología de la atención.

Unido a la referida síntesis de contenidos, la obra española ha tenido a bien incorporar una serie de apartados que no figuran en el original inglés, elaborados por los profesores de la UNED que se relacionan en la cabecera de este capítulo, encargados de traducir y adaptar la versión española. Así, son exclusivos de esta versión española del texto, el presente capítulo introductorio, las notas técnicas que aparecen a pie de página con afán aclaratorio, las preguntas de autoevaluación y los dos anexos finales (uno

incorporado como glosario de términos y el otro como descriptivo de las principales técnicas y paradigmas experimentales).

Este "capitulo cero" a modo de presentación y tema introductorio, tiene por objetivo caracterizar de forma genérica lo que hoy en día constituye el ámbito de la psicología de la atención, así como adelantar algunas cuestiones básicas que, reiteradamente, aparecerán en el resto de capítulos. Ello contribuirá a que el lector tenga, desde este mismo momento, un panorama de los principales ejes sobre los que pivota el campo de estudio, lo que le permitirá avanzar más provechosamente cuando estos conceptos fundamentales se exploren exhaustivamente en temas posteriores. Empecemos, pues, sin mayor demora.

2. ¿Qué es la atención?

Una campaña de 2014 de la Dirección General de Tráfico (DGT) de España, dedicada a concienciar a los conductores sobre los riesgos que conllevan las distracciones al volante, introdujo el siguiente eslogan:

Al volante, el 99% de tu atención no es suficiente

Por su sencillez lingüística, tal vez debiéramos concluir que la DGT da por hecho que todos los conductores (y, tal vez, incluso aquellos que no lo son) saben perfectamente qué es la atención. No en vano, el término "atención" es uno de los que más habitualmente se emplean en el lenguaje cotidiano: *-Presta atención a lo que te dice mamá; -Su atención en clase es baja y ello repercute en sus notas; -Un fallo de atención a los indicadores por parte del operario ocasionó una situación crítica en la sala de reactores; -Desde que fue intervenido para extirpar un tumor cerebral su capacidad de atención se ha reducido...* Es más, dar por hecho que las personas conocen lo que significa "atender" parece haber sido algo habitual desde que, allá por 1890, William James afirmara contundentemente en sus *Principios* (libro que un psicólogo o aspirante a serlo debiera leer) que "todo el mundo sabe lo que es la atención", frase que ha pasado a los anales de la historia de la disciplina.

Pues bien, por el momento vamos a partir del supuesto asumido por James (y también por la DGT) de que todos sabemos a qué nos referimos

cuando escuchamos el término "atención". Para ello, vamos a analizarlo en el contexto de un ejemplo cotidiano: imagine por un momento la actividad de un conductor de autobús urbano.

Más o menos todos conocemos su tarea. Durante la marcha debe procesar las señales y las incidencias del tráfico, ejecutando las maniobras propias de la conducción necesarias para cambiar de carril, girar, evitar frenazos bruscos, detenerse próximo al bordillo de la parada, frenar o arrancar en los semáforos, etc. Simultáneamente, debe controlar los diversos indicadores del vehículo (velocidad, combustible, climatización, aviso de bajada de viajeros...). En una parada debe aproximar el vehículo a la acera, frenar completamente y vigilar que los pasajeros validen sus bonos o expender los billetes, recibiendo el importe y suministrando el cambio. Tal vez, incluso, deba indicar a algún viajero si el recorrido atraviesa tal o cual avenida, o si tiene parada cerca de un colegio cercano. En definitiva, nuestro conductor -como todos nosotros durante las actividades de la vida diaria- recibe un flujo entrante de información del medio (*input*) que es procesado cognitivamente. Su desempeño (*output*) está condicionado por el hecho de que debe seleccionar la información relevante e ignorar la irrelevante o distractora. También, su desempeño dependerá de saber elegir las acciones motoras adecuadas en cada situación (girar el volante, presionar los pedales, manejar la máquina expendedora de billetes, mirar a los espejos retrovisores o a los internos del vehículo, etc.).

Una vez expuesto nuestro ejemplo, analicemos ahora los dominios de conocimiento que abarca la psicología de la atención y, después, consideremos si el concepto que tenemos sobre ella corresponde al que tienen los investigadores. Para ello recurriremos de vez en cuando a nuestro conductor.

2.1. La atención como selección

La atención nos permite seleccionar la información relevante e ignorar la irrelevante. Sin duda, esta ha sido uno de las primeras aproximaciones al estudio atencional y, quizás, la más extendida. Entender la atención como selección conlleva equiparar al ser humano con una especie de canal de procesamiento de la información de capacidad limitada. Para evitar el desbordamiento por recibir un exceso de información, el sistema de procesamiento debe ubicar una especie de filtro que decide qué información

se selecciona (por ser útil) y cuál se rechaza (por ser irrelevante), generando una especie de "cuello de botella" o estrangulamiento en algún punto del continuo de procesamiento. La posición (o el momento) exacta en la que se ubica dicho cuello de botella ha dado origen al denominado -y eterno- debate "temprano-tardío", al que se aludirá en diversos capítulos.

Si consideramos nuestro ejemplo al amparo de este acepción atencional, observaremos que durante la marcha nuestro conductor debe atender a las señales de tráfico presentes en su trayectoria, al riesgo de que un peatón cruce inesperadamente, a los límites de velocidad... pero seguramente no preste mucha atención e ignore la conversación de unos pasajeros que charlan en el interior del autobús, o a un anciano sentado en el banco de la acera ubicado en la avenida por la que circula. En definitiva, uno de los primeros ámbitos de la psicología de la atención tiene que ver con la selección de la información relevante y la inhibición de la irrelevante. De forma genérica, a la atención así entendida se le denomina "atención selectiva".

2.2. La atención como energía

Otros psicólogos han considerado que la atención puede caracterizarse de forma diferente a un estricto control selectivo. En lugar de entender al organismo como un canal de procesamiento de capacidad limitada, que se ve obligado a aplicar un filtro que deja pasar la información relevante y bloquea la irrelevante, otros teóricos han preferido entender la atención como un conjunto limitado de recursos -a modo de energía limitada- que deben compartirse entre las diversas tareas que se ejecutan. Esta concepción de la atención ha permitido explicar la capacidad que exhibimos las personas para realizar varias actividades de manera simultánea, lo que se consigue distribuyendo adecuadamente nuestros recursos atencionales entre cada una de ellas. Téngase en cuenta, no obstante, que si las demandas impuestas por las múltiples tareas son excesivas y superan los recursos o energía de que disponemos, estos deberán asignarse conforme a una política de distribución. En estos casos, las personas priorizaremos una tarea frente a otra, algo que ocasionará un adecuado desempeño en una de ellas pero un deterioro en la otra. En definitiva, y frente a la consideración selectiva de la atención, a la atención así entendida se le denomina "atención dividida".

En nuestro ejemplo, durante la marcha del autobús el conductor debe distribuir o repartir sus recursos atencionales adecuadamente entre el seguimiento del trayecto y el control puntual de los retrovisores, pero si comete el error de atender a una llamada de móvil durante la marcha o a los requerimientos de un viajero (de ahí lo de "prohibido hablar al conductor"), el resultado puede ser fatal, pues el móvil o el pasajero inoportuno acapararían gran parte de sus recursos.

2.3. Atención y automaticidad

Otro contexto de gran relevancia en el estudio de la atención ha sido el de la automaticidad. Si bien es cierto que una tarea o actividad nos resulta problemática de ejecutar cuando somos poco experimentados con ella o la realizamos por primera vez, con la práctica observamos que el desempeño mejora y que, incluso, puede llegar a realizarse de forma casi automática, sin prestarle atención, cuando nos hemos convertido en expertos. Este cambio en los modos de afrontar una determinada tarea o actividad (la generación del comportamiento experto y la pericia) ha dado origen a una disociación clásica en la investigación atencional que distingue entre procesos controlados y procesos automáticos. Se dice que un proceso controlado requiere atención consciente y puede ser interferido por otro proceso o tarea. Por el contrario, un proceso automático no precisa atención, transcurre alejado del plano consciente, y es inmune a la influencia o interferencia ejercida por otros procesos o tareas. Veremos, no obstante, en el capítulo pertinente que esta disociación está actualmente sujeta a controversia, pues la conducta experta que se supone automatizada también puede requerir la participación de recursos atencionales. Pero, de momento, quédese el lector con la distinción apuntada.

Como cualquier novel, nuestro conductor seguramente fue más torpe con el control del vehículo cuando obtuvo su licencia. Pero ahora, tras miles de kilómetros recorridos y años de profesión, conduce de forma ágil. Otro ejemplo: piense lo difícil que se le hizo escribir en un teclado de ordenador la primera vez que lo intentó y contrástelo con la soltura que exhibe tras años de práctica como resultado de la automatización de la conducta. Recuerde, incluso, lo difícil que le resultó montar en bicicleta al principio y la naturalidad con la que lo hace ahora, tras la práctica reiterada.

2.4. Atención y control de la acción

Finalmente, un último dominio en el que se ha adentrado la investigación atencional ha sido el de la selección de la respuesta apropiada. A esta parcela también se le denomina "control de la acción". Los individuos no sólo seleccionan la información, filtrando la relevante e ignorando la irrelevante, o distribuyen sus limitados recursos atencionales entre tareas, sino que también deben seleccionar y emitir la respuesta adecuada en el momento preciso.

Nuestro conductor sabe cuándo debe presionar los pulsadores de apertura/cierre de puertas para permitir el acceso y la salida de pasajeros, y también pisa el pedal de aceleración o freno oportunamente para adecuar la velocidad del vehículo. ¡Pero un fallo durante la emisión de la respuesta motora sería nefasto! Piense por un momento en posibles errores durante la selección adecuada de acciones que se producen de forma habitual. Por ejemplo, dejó la ropa sucia en el cubo de los desperdicios, en lugar de en la lavadora: ¡en qué estaría pensando yo! exclamamos. O, por despiste, hablando con su interlocutor vierte la leche en el azucarero en lugar de en la taza. Y qué decir de ese informe de investigación de accidentes aéreos que concluye la existencia de un fallo atencional del piloto al accionar y cortar el paso de combustible, ¡pero no del motor incendiado, sino del que funcionaba correctamente! Todos ellos constituyen ejemplos de errores en el control de la acción motora debidos a fallos atencionales.

2.5. Algunas conclusiones: ¿qué es la atención?

Expuestos someramente estos dominios, tal vez el lector tenga ahora un mejor conocimiento de lo que los psicólogos entendemos por atención, y en consecuencia el eslogan de la DGT, así como las palabras de William James afirmando que todo el mundo sabe que es la atención, adquieran una connotación distinta a la original.

Como puede apreciar, la atención es mucho más de lo que consideramos habitualmente. No sólo es seleccionar la información relevante para la tarea en curso, sino también inhibir activamente la información irrelevante que la interferiría. Tampoco se circunscribe únicamente a la capacidad de ejecutar correctamente una actividad aislada, sino que la atención nos permite la realización conjunta de varias tareas, siempre que no se excedan

los recursos cognitivos. Ni sólo se refiere a atender consciente y voluntariamente, sino también a mecanismos inconscientes. Finalmente, no se circunscribe a los procesos cognitivos relacionados con la recepción y la codificación de la información, sino que también tiene que ver con la selección y emisión de las acciones o respuestas motoras adecuadas, ya que de no ser así las consecuencias pueden ser terribles, tal como vimos en los ejemplos.

A pesar del optimismo de William James al afirmar que todo el mundo sabe lo que es la atención, la realidad es que, transcurrido más de un siglo después de dicha sentencia, sigue siendo problemático encontrar una definición con la que se encuentren cómodos, si no ya todos los investigadores, sí una parte importante de ellos. A modo tentativo podemos considerar la atención como *un mecanismo de control ejecutivo del procesamiento de la información que nos permite realizar de forma adecuada las múltiples tareas a las que nos enfrentamos en nuestra vida cotidiana, priorizando unas actividades y relegando a segundo plano otras.* Genéricamente, podemos entenderla como un complejo mecanismo, en el que subyacen diversos sistemas cerebrales, implicados en el control del procesamiento de la información y en la selección de conductas. Este mecanismo ejecutivo influye y se deja influir por otros procesos cognitivos (especialmente por la percepción y la memoria) con los que guarda una estrecha relación. Tal es su importancia que las personas que padecen alteraciones atencionales (por ejemplo, TDAH, heminegligencia, etc.) muestran graves problemas adaptativos de índole cognitiva y/o motora.

Para concluir, decir que el estudio científico de la atención, como entidad propia, desvinculada de otros procesos psicológicos, ha emergido en los últimos veinte años con extraordinario ímpetu. Ello ha tenido como consecuencia un cúmulo de aportaciones muy novedosas vinculadas con el control del procesamiento de la información que se expondrán en los diversos capítulos. Además, no se debe olvidar que las aportaciones provenientes desde la neurociencia cognitiva -unidas al desarrollo de las técnicas de neuroimagen- han permitido localizar redes cerebrales implicadas en una amplia variedad de tareas atencionales. Por añadidura, debemos resaltar que los descubrimientos de la psicología de la atención son fundamentales para el resto de los procesos psicológicos básicos; muy especialmente, para abordar cuestiones en el ámbito de la psicología de la percepción y de la memoria. Por último, es importante señalar que la psicología de la atención es una disciplina de enorme aplicabilidad en ámbitos clíni-

eos, educativos, organizacionales o del trabajo. La rehabilitación de la función atencional en pacientes con daño cerebral, la puesta en marcha de mejoras para estimular la capacidad de concentración y atención en niños, el diseño de ambientes laborales o de condiciones de trabajo (ergonomía cognitiva), con objeto de disminuir la carga cognitiva impuesta a un operario, la redistribución de paneles de presentación visual con la finalidad de evitar errores en las tareas, etc., constituyen, todas ellas, áreas de especialización en las que el psicólogo está obligado a tener un amplio conocimiento del mecanismo atencional.

3. Terminología Básica

A lo largo de este texto van a aparecer una serie de conceptos que serán manejados asiduamente en los diversos temas. Su conocimiento es relevante y ello exige que se conozca adecuadamente a qué nos referimos. Veamos por adelantado los más relevantes.

3.1. Atención selectiva, dividida y sostenida

Ya hemos descrito parte de esta disociación en la sección anterior. Ilustrémosla ahora. La "atención selectiva" se refiere a aquellas operaciones que nos permiten filtrar la información relevante y priorizarla frente a la irrelevante o distractora que debe ignorarse. Suponga que presentamos durante 200 ms en un monitor de ordenador una letra central flanqueada por dígitos. La instrucción que reciben los sujetos es la de comunicar la letra que aparece e ignorar los números. Esta tarea constituiría una tarea de atención selectiva, pues los participantes se ven obligados a seleccionar la información relevante (letra) e ignorar la irrelevante (números).

La "atención dividida" alude a aquellas operaciones que nos permiten repartir la capacidad o los recursos de procesamiento entre dos o más actividades realizadas de forma más o menos simultánea. Suponga que pedimos a los sujetos que realicen simultáneamente dos sencillas tareas, una auditiva y otra visual. La tarea auditiva consiste en discriminar entre un tono alto (1000 Hz) o bajo (300 Hz), mientras que la tarea visual consiste

en indicar si un cuadrado aparece a la izquierda o a la derecha de un punto de fijación central. El procedimiento es el siguiente: se presenta el tono durante 500 ms y se requiere al sujeto que nos indique verbalmente si es alto o bajo. Simultáneamente se presenta un estímulo visual y la tarea del sujeto es, ahora, presionar un pulsador, derecho o izquierdo, dependiendo de la posición del cuadrado. Observe que las tareas requieren distribuir la atención entre ambas pues, al solicitarse su ejecución de manera simultánea, el procesamiento de la tarea auditiva no ha finalizado en su totalidad cuando comienza la tarea visual. Otro ejemplo clásico de atención dividida es el descrito por Allport y cois. (1972), quienes pidieron a pianistas expertos interpretar una partitura que no conocían, a la vez que debían repetir en voz alta un texto que escuchaban.

Observe el lector que, aunque la disociación entre atención selectiva y dividida ha sido tradicional en la literatura experimental, la realidad es que las tareas de atención dividida tienen también su fundamento selectivo. Dicho de otra manera, la selección es parte de cualquier tarea atencional que obligue a recibir una información relevante e ignorar otra información distractora o irrelevante. A pesar de ello, la distinción entre tareas selectivas y tareas de atención dividida ha sido clásica en psicología de la atención, siendo la atención dividida el mecanismo que subyace en todos los estudios empleando el paradigma de doble tarea o de tarea dual, tal como se expondrá en el capítulo pertinente.

Finalmente, debemos mencionar la "atención sostenida". Por atención sostenida nos referimos ahora a la capacidad para mantener activa nuestra atención y permanecer alerta durante amplios periodos de tiempo. Las tareas de atención sostenida requieren que los sujetos permanezcan vigilantes durante largos periodos temporales con objeto de detectar un estímulo objetivo o *target* que aparece infrecuentemente. Por ejemplo, presentamos en un monitor letras del abecedario con una frecuencia media de 4 ítems por minuto y durante 45 minutos. El sujeto debe presionar un pulsador cuando identifique una vocal, siendo el porcentaje de aparición de estas letras de tan sólo un 5%. Estas tareas de vigilancia[1] o atención sostenida suelen ser muy monótonas, ya que la aparición del *target* es muy improbable y aleatoria. En el ámbito aplicado, las actividades de control de procesos y de calidad son tareas de atención sostenida, también lo son el

Véase en el Anexo II una descripción detallada de las tareas de vigilancia.

control de la monitorización en unidades UCI de hospitales o la labor de controladores aéreos. En el laboratorio experimental, las tareas de atención sostenida han servido para analizar la evolución temporal de la vigilancia. Hoy se sabe que, si bien la vigilancia se mantiene en los primeros momentos, conforme pasa el tiempo disminuye progresivamente, produciéndose, a partir de la primera media hora aproximadamente, un brusco decremento del desempeño, con la presencia de numerosos errores u omisiones. A este fenómeno se le conoce como "decremento de la vigilancia". Por este motivo, las actividades laborales que conllevan altos componentes de atención sostenida requieren la sustitución del operador cada cierto tiempo con objeto de introducir periodos de descanso.

3.2. Arriba-abajo *vs.* Abajoorriba

Esta es una de las disociaciones más habituales de la psicología cognitiva en general y de la psicología de la atención en particular. Hace referencia al locus u origen de los mecanismos que determinan el procesamiento y, por lo tanto, el control atencional. Decimos que actúan mecanismos abajo-arriba (*bottom-up*) cuando los cambios atencionales se ejecutan automáticamente, dirigidos por rasgos o propiedades físicas del estímulo externo. En estas situaciones el procesamiento está bajo el control de los estímulos (*stimulus driven).* Por el contrario, decimos que actúan mecanismos arriba-abajo (*top-down*) cuando los cambios atencionales se ejecutan voluntariamente y están bajo control volitivo del sujeto, en función de expectativas cognitivas, requisitos de las tareas y/o metas. En este caso, el procesamiento está dirigido hacia metas (*goal-driven*). Ilustremos esta disociación con unos ejemplos.

Imagine que, caminando por la calle, escucha un fuerte estruendo generado por unos cristales que, estrepitosamente, caen a su espalda. Su reacción más normal será la de girarse súbitamente y dirigir su mirada a la fuente de estimulación con objeto de tener más información sobre lo que ha sucedido. Suponga ahora que caminando por el campo le advertimos de un raro ejemplar de ave que acabamos de percibir. Le indicamos que se ha posado en la frondosa copa de un árbol. Seguramente, usted comenzará a realizar una tarea de búsqueda visual sobre la copa con objeto de detectarla e identificarla, comenzando una tarea cognitiva de escrutado visual, ignorando todo aquello que no tenga similitud con lo que usted espera descubrir en un pája-

ro. Observe la diferencia entre el primer y el segundo ejemplo. En el primer caso, un estímulo externo (estrépito a su espalda) controla externamente su comportamiento y capta automáticamente su atención, haciendo que usted gire su cabeza involuntariamente para visualizar lo que ha pasado. Sin embargo, en el segundo caso está dirigiendo voluntariamente su atención a las zonas del ambiente que considera que pueden albergar el extraño espécimen de ave. Ahora existe un propósito, una finalidad en su conducta que está controlada por una serie de expectativas o predisposiciones atencionales *(attentional set)* que se han generado en su mente sobre el raro ejemplar. Estas expectativas controlan su atención. En definitiva, en el primer ejemplo la atención se controla por operaciones abajo-arriba, mientras que en el segundo se controla por operaciones arriba-abajo.

3.3. Detección, identificación, discriminación

Aunque en ocasiones los términos detección e identificación se usan sin especiales matizaciones, la realidad es que no son sinónimos. Detectar supone advertir la presencia de un estímulo determinado. Por ejemplo, imagine que, aleatoriamente, aparece en diversas posiciones del monitor de un ordenador una "X" siendo su tarea presionar una tecla cuando la perciba. Esta sería una tarea de detección. Otro ejemplo en ambientes laborales: un vigilante de seguridad detecta la presencia de una persona en una zona restringida y activa las alarmas.

Identificar supone dar un paso más allá y conlleva saber qué es el estímulo, es decir, categorizarlo o asignarle un significado. Por ejemplo, suponga que realizamos una presentación rapidísima de 20 letras sucesivas que se exponen cada una de ellas durante 100 ms, en la misma posición del monitor, tal que una aparece cuando la anterior desaparece. Todas son de color negro, pero algunas pueden ser de otro color. La tarea del sujeto consiste precisamente en indicarnos qué letras concretas aparecieron coloreadas. Asimismo, en el contexto aplicado previo, suponga que el vigilante de seguridad del ejemplo anterior no sólo detecta la presencia de un individuo, sino que es capaz de reconocerle como un compañero haciendo una ronda de vigilancia.

Finalmente, discriminar implica localizar diferencias entre dos o más estímulos. Una tarea clásica de discriminación es la tarea igual-diferente, en la que se presentan -simultánea o sucesivamente- dos estímulos y el

sujeto debe indicar si son iguales o diferentes en algún rasgo o dimensión, por ejemplo, indicar si tienen o no la misma forma, son las mismas letras, comparten el mismo color o han ocupado la misma posición.

3.4. *Target* y distractores

La capacidad selectiva de la atención actúa sobre aquella información que es relevante y la fdtra para procesarla posteriormente, inhibiendo la información irrelevante. En psicología de la atención, al estímulo relevante que debe ser detectado o identificado se le denomina estímulo objetivo o *target* y a los que deben ignorarse se les denomina estímulos distractores. Suponga que presentamos una secuencia de letras, tales como: "TTTUTTT" siendo la tarea de los sujetos la de indicar en voz alta la letra central. Esta sería una tarea de atención selectiva en la que el sujeto debe nombrar el *target* (U) e ignorar los distractores (T). Como verá en el capítulo oportuno, la investigación ha demostrado que la información distractora, lejos de ignorarse en su totalidad, puede llegar a ser procesada y ejercer efectos significativos sobre el procesamiento del *target.*

3.5. Procesamiento temprano vs. procesamiento tardío

El procesamiento de la información alude a todas aquellas operaciones cognitivas que una persona pone en marcha desde que recibe la información del medio hasta que emite una respuesta. Estas operaciones cognitivas son inaccesibles y su estudio exige aplicar técnicas que permitan inferir su presencia, tal como veremos. Por ejemplo, suponga la modalidad visual: desde que la luz incide sobre los fotorreceptores retinianos hasta que el observador categoriza el estímulo y lo reconoce como el rostro de su hijo, y acude a abrazarlo, transcurren una serie de operaciones, estadios o etapas, que, según expondremos en el capítulo 2, genéricamente se corresponden con una primera etapa de identificación perceptiva, con una posterior de selección de la respuesta y con otra final de ejecución de la misma.

Pues bien, durante el primer estadio o fase de identificación perceptiva, se suele distinguir entre el procesamiento visual temprano y el tardío (no lo confunda con el debate temprano/tardío mencionado anteriormen-

te[2]). El *procesamiento visual temprano (early visual processing)* alude a las operaciones que ocurren en los primeros momentos de una presentación visual. Su resultado es una primera representación, esbozo o boceto primario del ambiente en forma de características básicas, tales como formas, bordes, colores, orientaciones, desplazamiento, etc. *Grosso modo,* este procesamiento depende, fundamentalmente, de la actuación de mecanismos fisiológicos relacionados con el sistema visual y está regido, en su mayor parte, por las características definitorias de la estimulación ambiental. Por otro lado, el *procesamiento visual tardío (late visual processing)* tiene que ver con la integración y reconocimiento visual de las formas o características obtenidas en la fase anterior. Ahora, las características básicas previas deben organizarse en una unidad o percepto que resulte significativo para la persona. El procesamiento tardío depende, en gran medida, del conocimiento del observador y de su experiencia previa.

Para ilustrar la distinción, suponga que presentamos la cadena estimular RRZRR con objeto de que los sujetos identifique la letra central (Z) e ignoren las letras laterales. El procesamiento temprano tendría que ver con la representación, en el sistema visual, de los rasgos verticales, curvos e inclinados de las R, de los horizontales e inclinado de la Z, de su posición relativa, de su tamaño, del color si las letras estuvieran coloreadas diferentemente o de su movimiento si se desplazaran. Por su parte, el procesamiento tardío sería el responsable de que seamos capaces de distinguir la letra Z como estímulo objetivo relevante y de las R como estímulos a ignorar, e incluso nos permitiría saber también que ambas pertenecen a la categoría de letras consonantes.

3.6. Procesamiento serial vs. procesamiento en paralelo: el cuello de botella

Esta es otra de las disociaciones más utilizadas en psicología cognitiva. Simplemente, alude a la temporalidad en el procesamiento de las diversas informaciones. Hablamos de procesamiento serial cuando las múltiples

[2] El "debate temprano/tardío" tiene que ver con el momento en el que se selecciona la información recurriendo al mecanismo atencional. El "procesamiento visual temprano/tardío" tiene que ver con el transcurso temporal de las diversas operaciones de manipulación y tratamiento de la información visual.

fuentes de información o estímulos se procesan uno tras otro. En su versión estricta se supone que no puede comenzar el procesamiento de un ítem o evento hasta que haya finalizado el procesamiento del precedente. Hablamos de procesamiento en paralelo cuando las diversas fuentes de información, eventos o estímulos se procesan simultáneamente, a la vez.

Un concepto relacionado con el modo de procesamiento serial y paralelo es el de "cuello de botella" o *bottleneck,* que se maneja habitualmente en el ámbito de la atención. Ya lo hemos mencionado al hablar de la propiedad selectiva de la atención. El cuello de botella alude a un estrangulamiento o estrechamiento durante el procesamiento, debido a que en un momento determinado la información, que está siendo procesada en paralelo, debe pasar a procesarse en serie porque entra en juego nuestra limitada capacidad atencional. En este último caso, sólo es posible ejecutar una operación tras otra. Veremos que el concepto de cuello de botella es recurrente en numerosos apartados. Su origen se localiza en el modelo de filtro de Broadbent y, desde entonces, se ha utilizado reiteradamente: por ejemplo, observaremos su operativa al exponer los modelos de competencia entre respuestas, al explicar el periodo refractario psicológico, al analizar el fenómeno del parpadeo atencional o al describir los procesos de consolidación y recuperación de la información bajo condiciones de doble tarea, entre otros. Por buscar una analogía con la vida real, para entender a qué aludimos con este concepto, suponga una autovía de dos carriles que, en un momento determinado, por un control de seguridad, se estrecha y sólo puede acceder un único automóvil. A partir de este punto sólo un vehículo tras otro pueden transitar, el tráfico se enlentece y ningún automóvil puede acceder a dicho estrangulamiento hasta que no es progresivamente liberado por el vehículo que lo ocupa.

4. Desplazamiento y control de la atención

La atención se puede controlar y dirigir en el espacio, bien de una manera relativamente ajena al control voluntario (abajo-arriba) o bien voluntariamente mediante expectativas y metas (arriba-abajo). Esta capacidad de desplazamiento nos permite atender a casi cualquier elemento que nos rodea, aunque, lamentablemente, con ciertos límites. De hecho, esta capacidad de desplazar o cambiar nuestra atención desde una ubicación

hacia otra ha servido para fundamentar una metáfora muy conocida que entiende la atención, funcionalmente, a una especie de foco de luz *{spotlight)*. Es decir, al igual que un foco de una linterna ilumina una zona del espacio que puede ser visualizada, dejando en penumbra el resto, nuestro foco atencional se desplaza y "alumbra" diversas zonas del espacio, facilitando el procesamiento de la información que allí resida. Siendo así, los psicólogos se han interrogado sobre los tipos de desplazamiento y sobre la naturaleza de los eventos o estímulos que pueden controlarlo.

4.1. Atención abierta vs. atención encubierta

Mirar y atender son cosas diferentes. Aunque en la mayor parte de ocasiones nuestra atención se dirige hacia la posición donde miramos, en otras ocasiones somos capaces de dirigir nuestra atención a zonas no visualizadas. Es aquí donde surge la distinción entre atención abierta y encubierta, que tiene que ver con la posible convergencia entre receptores sensoriales y cambios atencionales. Cuando los órganos sensoriales (los ojos en el caso de la visión) se dirigen hacia la fuente de información que es atendida hablaremos de cambios atencionales abiertos (*overt attention).* Sin embargo, es posible que nuestra atención actúe por su cuenta y se disocie de nuestra mirada *(covert attention),* de manera que atendamos encubiertamente a algo a lo que no estamos mirando. Ilustrémoslo. En el ejemplo de los cristales rotos a nuestra espalda, dirigir nuestra atención hacia la fuente del ruido girando nuestra cabeza (y nuestra mirada) para visualizar lo que ha sucedido es un cambio atencional abierto. Sin embargo, estar leyendo en nuestro salón y a la vez estar "pendientes" de las travesuras y voces de nuestros hijos, que juegan en un rincón de otra habitación, supondría un caso de atención encubierta. En definitiva, aunque en la mayor parte de ocasiones nuestra atención se dirige a lo que visualizamos, también puede desplazarse en el espacio de forma relativamente independiente respecto a nuestros ojos.

4.2. Atención endógena vs. atención exógena

Relacionado con la distinción entre el control abajo-arriba y arriba-abajo descubrimos una nueva disociación entre cambios atencionales endógenos y cambios exógenos. La *atención endógena* se refiere a aquellos desplaza-

mientos voluntarios del foco atencional, guiados internamente bajo control de la persona (arriba-abajo). Desplazar nuestro foco atencional sobre las diversas zonas de la copa del árbol con el propósito de descubrir el ave oculta, que mencionamos en un ejemplo previo, implica un control endógeno de la atención. Por el contrario, la *atención exógena* alude a los cambios atencionales reflejos provocados por la presencia repentina de estímulos externos, por ejemplo, atender al sonido de los cristales rotos a nuestra espalda sería un ejemplo de control atencional exógeno (abajo-arriba).

4.3. El control de la atención mediante señales: tareas tipo Posner

Habiendo aclarado que la atención se desplaza endógena o exógenamente, sólo quedaría por analizar la naturaleza de los estímulos que la pueden controlar y son responsables de este desplazamiento. A estos estímulos se les denomina "señales" *(cues)* pues generalmente señalizan o definen una posición en el espacio, un mensaje en detrimento de otro, u otra serie de dimensiones o propiedades que deben ser atendidas. Para ello, vamos a recurrir a un ejemplo.

Suponga que participa en un experimento de laboratorio para realizar una sencilla tarea. En la pantalla aparece un punto de fijación central al que usted debe mirar fijamente. Su tarea consistirá en presionar lo más rápidamente posible un pulsador cada vez que detecte un estímulo *target* (la letra "O") que puede aparecer situado a la derecha o izquierda del punto de fijación. Esta tarea es sencilla, especialmente si se compara con los modernos videojuegos; pero vamos a hacerla más entretenida. Con anterioridad a la aparición del estímulo *target,* en algunos ensayos le vamos a mostrar una pequeña barrita (|) durante 100 ms en la posición en la que aparecerá el estímulo, en otros ensayos en la posición opuesta y, en otros, no aparecerá la barrita. Una vez retirada la barrita aparecerá el *target* y usted deberá responder lo más rápidamente posible cuando lo detecte. ¿Cuál es la lógica de esta disposición?

A usted se le instruye a que dirija su atención al punto de fijación central. Le pedimos que identifique un estímulo *target* (la O) que aparecerá a uno u otro lado, debiendo responder lo más rápidamente posible cuando lo detecte. Observe la lógica de utilizar un indicio o señal previa (la barrita) a la aparición del estímulo. Esta señal sirve para dirigir su atención con

anterioridad hacia la posición de posible aparición del estímulo, de tal manera que, si éste aparece en la posición marcada por la señal, los tiempos de respuesta serán mucho más rápidos que si aparece en la posición opuesta. Por lo tanto, ya disponemos de una primera caracterización: una señal es "válida" cuando marca la posición en la que aparecerá un *target,* mientras que es "inválida" cuando marca una posición opuesta. Los ensayos "neutros" son aquellos en los que no aparece señal alguna.

Suponga ahora que un compañero suyo realiza el mismo experimento, con una salvedad. Le sustituimos la señal y cambiamos la barrita por una flecha que aparecerá ligeramente por encima del punto de fijación. Esta flecha en unos casos apuntará a la derecha, en otros hacia la izquierda y en otros hacia ambos lados. El resto del procedimiento experimental será idéntico. Habrá ensayos válidos, inválidos y neutros. En los ensayos válidos, la flecha apuntará hacia la izquierda y la O aparecerá en la izquierda (o a la inversa). En los inválidos, la flecha apuntará hacia la izquierda y la O aparecerá en la derecha (o a la inversa). En los neutros la señal será ambigua y no ofrecerá información espacial, es decir, la flecha tendrá una doble punta.

En definitiva, ¿cuál es la única diferencia entre sus ensayos y los que ejecuta su compañero? Simplemente, la naturaleza de la señal (la barrita frente a la flecha). A usted la barrita le capta automáticamente su atención (atención exógena) y la dirige hacia una posición espacial de forma relativamente involuntaria, mientras que su compañero debe interpretar la flecha para ejecutar el movimiento atencional voluntario hacia el lado correspondiente (atención endógena). Por lo tanto, he aquí una segunda caracterización: una señal "endógena" precisa ser interpretada cognitivamente para controlar y dirigir la atención, mientras que una señal "exógena" no requiere una interpretación y atrae directamente la atención hacia la posición ocupada. Terminológicamente, las señales endógenas son conocidas también como *señales centrales* pues aparecen en el centro de la presentación (el caso de la flecha), mientras las señales exógenas son denominadas habitualmente *señales periféricas* ya que aparecen en la periferia del campo visual (el caso de la barrita).

Como veremos en temas posteriores, este tipo de disposiciones experimentales descritas se denominan genéricamente paradigmas de señalización o paradigma tipo Posner (fue este investigador quien lo introdujo). A lo largo del texto vamos a ver multitud de ejemplos, pues la señalización es vital en el ámbito de la atención en general y en el de la selección de la información en particular. Por esta razón, es importante que al lector le

quede clara la lógica de este tipo de procedimientos de señalización. Observe que la señal sirve para dirigir la atención de forma previa a la aparición del estímulo. Habitualmente, en los experimentos, los ensayos válidos aparecen con mucha mayor probabilidad que los inválidos. Tomando los ensayos neutros como línea base o control, se pueden calcular los posibles *beneficios* asociados a utilizar una señal válida (tiempos de respuesta más rápidos y menos errores) y los *costes* implicados por emplear una señal inválida (tiempos de respuesta más lentos y mayor número de errores). Por ello, en ocasiones se alude también a este paradigma como *paradigma de costes-beneficios.* Si el tiempo medio de respuesta en los ensayos neutros es de 300 ms, diremos que existe un beneficio si los válidos obtienen tiempos significativamente menores (p. ej.: 250 ms) y un coste si los inválidos obtienen tiempos significativamente mayores (p. ej.: 350 ms).

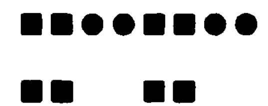
4.4. Atención dirigida al espacio *(space-based)* o dirigida al objeto *(object-based)*

Durante el desplazamiento del foco atencional, ¿qué se selecciona? ¿Regiones espaciales u objetos? Los trabajos de señalización que hemos explicado sugieren que la atención se desplaza hacia regiones del espacio y, por lo tanto, la dimensión espacial parece ser una propiedad relevante que controla la atención. Se dice que adoptamos una posición centrada en el espacio si consideramos que el foco atencional selecciona regiones espaciales, transitando desde una a otra, explorando los diversos estímulos que allí se puedan ubicar. Es decir, los objetos se identifican una vez que la atención se haya ubicado en la región que los contiene. Sin embargo, si consideramos que el foco atencional se dirige sólo a aquellas zonas del espacio que contienen objetos de interés (por su forma, color, tamaño, etc.) adoptaremos una posición fundamentada en el objeto. Observe que la diferencia entre una y otra orientación reside que en la aproximación dirigida al espacio asume que la atención selecciona regiones espaciales con independencia de que contengan o no objetos, mientras que la aproximación basada en el objeto asume que la atención siempre selecciona objetos de interés con independencia de la posición espacial que ocupen.

Es importante tener en cuenta que el concepto de "objeto" en la aproximación *object-based* es mucho más amplio que lo que consideramos

cotidianamente por objeto. No se refiere exclusivamente a una entidad física real (un cuaderno, un automóvil, una lámpara...), sino también a cualquier unidad perceptiva organizada, incluso a aquellas generadas en momentos tempranos del procesamiento.

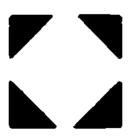
Ya sabemos que el procesamiento visual temprano permite crear un primer esbozo de una imagen en el que se representan las diversas características básicas del objeto. Estas características pueden formar agrupamientos perceptivos, siguiendo los principios expuestos hace un siglo por la llamada psicología de la Gestalt, muy utilizados en arte y diseño gráfico, y excepcionalmente aplicados por Salvador Dalí en multitud de pinturas. Estos principios determinan la emergencia de las totalidades a partir de los elementos componentes (las conocidas como leyes del agrupamiento). Por ejemplo, los ocho elementos aislados de la secuencia inferior son percibidos como cuatro grupos perceptivos diferentes, debido a la semejanza entre pares de elementos contiguos (arriba agrupamiento por semejanza en la forma, abajo agrupamiento por semejanza de color):



Otro ejemplo de agrupamiento es el siguiente, en donde los doce ítems forman ahora tres agrupaciones perceptivas debido a la proximidad:



Muy interesante también es el fenómeno del *completado amodal.* Se refiere a percibir una forma a partir de partes componentes que estimulan la retina. Por ejemplo, en la figura inferior percibimos un cuadrilátero o un rombo a partir de los cuatro elementos simples de las esquinas.



Un tipo de completado amodal muy utilizado en diseño gráfico y arte es la oclusión de una forma por otra. Si acude ahora a la figura 3.8 del capítulo 3, observará que su percepción corresponde a dos rectángulos verticales ocluidos parcialmente por un tercer rectángulo horizontal que los atraviesa, pero no a cuatro cuadriláteros y un rectángulo.

Retomando nuestro asunto, y tal como veremos en el capítulo 3 dedicado a estudiar la atención visual, varios trabajos han demostrado que este tipo de organizaciones perceptivas, regidas por los principios de la Gestalt, emergen en fases tempranas del procesamiento visual y sobre ellas actúa la atención con idéntica eficacia que sobre los objetos significativos del medio. En definitiva, tenga presente por lo tanto la extensión terminológica que el concepto de "objeto" tiene para las aproximaciones *object-based.*

5. Experimentación en el estudio de la atención

Los descubrimientos científicos en psicología de la atención se han obtenido, mayoritariamente, a partir de la aplicación de una rigurosa metodología experimental, en donde el refinamiento, tal como se comprobará en los diversos capítulos, ha sido excepcional. En numerosas ocasiones, la investigación sobre atención se mueve en una escala temporal que, comparada con otras actividades y tareas, es ínfima, del orden de milisegundos. En estos brevísimos periodos acontecen multitud de operaciones y procesos mentales, responsables del mecanismo atencional, muchos de ellos ajenos a nuestra consciencia. En definitiva, numerosas operaciones de control cognitivo relacionadas con la selección de la información y la acción actúan en periodos inferiores al segundo; aunque no todas, evidentemente.

Aunque ya advertimos al inicio de este capítulo que suponemos una familiarización del lector con fundamentos de metodología científica básica, no es irrelevante que dediquemos un espacio a comentar algunas cuestiones de orden funcional (y terminológico) que aparecerán asiduamente en la mayor parte de experimentos descritos. Tal vez el lector conocedor de la metodología experimental pueda prescindir de este apartado, pero al menos avezado le resultará útil. Sea como fuere, para uno y para otro, será interesante observar cómo se planifica una investigación sobre atención y la terminología básica en las disposiciones experimentales. Para una mejor comprensión lo vamos a ilustrar con un hipotético experimento.

Como se sabe, un experimento es una situación controlada en la que el investigador manipula una serie de eventos con el propósito de observar su posible repercusión sobre otros eventos. Las condiciones que se manipu-

lan se denominan "variables independientes" (VI), mientras que aquellas otras sobre las que se miden los cambios ocasionados como consecuencia de la manipulación se denominan "variables dependientes" (VD).

Suponga que un investigador está interesado en analizar qué factores afectan a la capacidad atencional que rige la búsqueda visual de las personas. Cree que dos factores importantes pueden ser la cantidad de información expuesta y, también, la semejanza de rasgos físicos entre los estímulos. Dicho de otra manera: cuanta más información haya que explorar y/o cuanto mayor sea la semejanza física entre ella más difícil será localizar un estímulo *target* entre un conjunto de distractores. Para tal fin selecciona una muestra de treinta sujetos que deberán indicar si una presentación estimular, formada por conjuntos de letras dispuestas en forma de matriz, incluye o no una letra H. Algunos ejemplos de matrices 3x3 serían las siguientes (la primera matriz no incluye H, pero sí la segunda):

T U	**OOO**
TTT	**OOO**
TTT	OOH

La letra "H", por lo tanto, será el estímulo objetivo o "*target*que podrá o no aparecer entre el resto de letras que constituirán los "distractores". El sujeto presionará el botón de un pulsador para indicar "SÍ" está presente el *target* y otro botón para indicar "NO" está presente. Esta respuesta la debe emitir lo más rápidamente posible, pero evitando cometer errores. Observe que esta instrucción (habitual en los experimentos) nos revela qué es lo que vamos a medir, es decir, la VD. En este caso serán dos VD: el tiempo de reacción[3] (TR, tiempo que transcurre entre la presentación del estímulo y la emisión de la respuesta) y también los posibles errores de detección que cometa el sujeto (por ejemplo, pulsar NO cuando apareció la "H" o pulsar SÍ cuando no lo hizo).

Vamos ahora con las VI, es decir, con lo que se manipula. Para analizar la influencia que ejerce la cantidad de información el investigador creará una condición de baja carga perceptiva (9 letras en una matriz 3x3) y otra de alta carga perceptiva (25 letras en una matriz 5x5). El investigador hipotetiza que

[3] El Tiempo de Reacción (TR) es el periodo que transcurre entre la presentación de un Estímulo (E) y la emisión de la Respuesta (R) correspondiente. Es una de las medidas más importantes en psicología experimental. Vea en el Anexo II los diversos tipos de tareas de TR.

la condición de 9 letras dispone de menos carga perceptiva que la de 25 letras, por lo que localizar el *target* en el primer caso será más rápido y preciso que en el segundo. Paralelamente, para analizar la influencia de la semejanza física entre los ítems genera dos condiciones: una de alta semejanza (por ejemplo, identificar la H entre Ts, en donde predominan rasgos verticales y horizontales) y otra de baja semejanza (identificar la H entre Os, en donde contrasta la verticalidad-horizontalidad del *target* con la circularidad de los distractores). Supone ahora que la detección se facilitará en la condición de baja semejanza y será más difícil en la de alta semejanza.

Veamos ahora una serie de cuestiones del diseño y procedimiento que ayudarán a concretar algunos conceptos clave. En el diseño de este experimento se están manipulando dos VI: la carga perceptiva (alta vs baja) y la semejanza visual (alta vs baja), lo que en términos metodológicos se conoce como diseño 2x2 (dos VI con dos condiciones cada una). Esto genera un total de cuatro condiciones experimentales: alta carga/alta semejanza; alta carga/baja semejanza; baja carga/alta semejanza y baja carga/baja semejanza. A su vez, se están registrando o midiendo dos VD: el TR y los errores de respuesta.

Respecto al procedimiento experimental, la secuencia de eventos será la siguiente. Las letras serán de color negro sobre fondo blanco. Al inicio de cada ensayo experimental se presentará en el centro de un monitor un "punto de fijación" (+) al que el sujeto deberá mirar fijamente. La misión del punto de fijación es la de servir de punto de referencia para todos los participantes, concentrar la atención en su posición y poder extraer así conclusiones válidas respecto a la manipulación experimental. Este punto estará presente durante 100 ms. Una vez transcurrido dicho tiempo desaparecerá el punto de fijación y, tras un periodo en blanco de 50 ms ("*blank*", no aparece ningún evento), aparecerá la matriz estimular durante 300 ms. Transcurrido dicho tiempo aparecerá una "máscara" visual (50 ms) con objeto de asegurar que el estímulo estará visible sólo durante el tiempo expuesto, evitando que el sujeto pueda procesar posimágenes visuales[4]. La

[4] Una posimagen es un fenómeno relacionado con la persistencia visual. Una vez que un estímulo desaparece físicamente seguimos percibiendo su imagen debido a la actividad neuronal persistente en los fotorreceptores de la retina. Las posimágenes las experimentamos en numerosas ocasiones, especialmente cuando miramos fijamente hacia un estímulo visual y, acto seguido, dirigimos nuestros ojos a una superficie generalmente lisa (una pared, el techo). La sensación que tenemos es la de seguir percibiendo el estímulo, como si flotara ante nosotros.

máscara será un patrón de ruido visual aleatorio del siguiente tipo, que se sobreimpondrá a la presentación estimular:

l l g i g l

Desde el momento de aparición del estímulo comenzará a contar el tiempo y los sujetos deberán presionar el pulsador correspondiente (SÍ o NO) para emitir su respuesta. Se registrará el TR así como los errores de respuesta cometidos. En definitiva, la secuencia de eventos será la siguiente:

FIJACIÓN (100 ms)-BLANK (50 ms)-ESTÍMULO (300 ms) -MÁSCARA (50 ms)-RESPUESTA

El investigador decide que la sesión experimental esté constituida por un total de trescientos ensayos experimentales, organizados en 5 bloques de sesenta (cada bloque utiliza 15 ensayos pertenecientes a cada una de las 4 condiciones experimentales: 15x4). Entre estos bloques se incorporarán periodos de descanso de cinco minutos. Un aspecto importante en todo experimento es que los sujetos se familiaricen con la tarea: para tal fin, se realiza al inicio un bloque previo de ensayos de práctica. La misión de estos ensayos es la de familiarizarse con la tarea y obtener un grado adecuado de pericia en el desempeño, evitando que la falta de experiencia inicial contamine los resultados. Obviamente los TR y errores en este bloque de ensayos de práctica no son tenidos en cuenta en los análisis estadísticos posteriores. Es importante también destacar que el intervalo entre ensayos será de 1 segundo, es decir, entre la finalización de un ensayo (el sujeto emite su respuesta presionando el correspondiente pulsador) y el inicio del siguiente (aparece de nuevo el punto de fijación) transcurrirá 1 segundo.

Dos conceptos importantes en los experimentos de laboratorio son el de "intervalo entre estímulos" (ISI, *ínter stimulus interval)* y el de "asincronía en la presentación del estímulo" (SOA, *stimulus onset asynchrony).* El ISI alude al tiempo que media entre la finalización de un evento y el inicio del siguiente. En nuestro experimento, el ISI entre el punto de fijación y la matriz estimular es de 50 ms, que corresponde al intervalo en blanco *(blank).* Por su parte, la SOA alude al tiempo que transcurre entre el inicio de dos eventos. La asincronía entre la aparición del punto de fijación y la aparición del estímulo es de 150 ms (100 del punto+50 del periodo en blanco). Conviene que al lector le quede clara esta distinción entre ISI y SOA, pues será

manejada continuamente en el texto. En los diversos capítulos estudiaremos la utilidad de manipular estos tiempos, especialmente la SOA.

6. Organización del libro

Este capítulo ha tenido por objeto definir el marco conceptual en el que se desenvuelve la actual psicología de la atención humana, así como intentar clarificar la terminología básica que se utilizará reiteradamente en el presente texto. Como mecanismo ejecutivo de control, la atención ha sido estudiada a través de múltiples facetas y dimensiones, las más importantes de las cuales van a ser expuestas a lo largo de esta obra. Como dijimos en la introducción, esta versión española es una traducción adaptada del original inglés, que ha sido reducida en capítulos y secciones. Pasamos, a continuación, a detallar la estructura temática adoptada.

El capítulo 1 repasará las principales aportaciones históricas en el ámbito atencional, desde las clásicas derivadas de la filosofía, a las más recientes que han sentado el fundamento de la moderna investigación. Este capítulo expondrá los principales hitos de la investigación y servirá de fundamento al resto de temas, donde las mencionadas aportaciones serán exhaustivamente descritas.

El capítulo 2 definirá el marco teórico del procesamiento de la información, que es el que ha contribuido a aportar el mayor cúmulo de conocimientos científicos recurriendo a la aplicación de una metodología experimental. Este capítulo expondrá también las principales medidas conductuales y fisiológicas que se han utilizado en los experimentos atencionales.

El capítulo 3 es clave para entender la selección atencional y presentará las aportaciones más significativas obtenidas en el ámbito de la visión. Comenzarán a discutirse temas relevantes que serán retomados en capítulos posteriores, tales como el debate temprano-tardío, la metáfora del foco, el control y la orientación atencional basada en el espacio o en los objetos y las operaciones de búsqueda visual.

El capítulo 4 mostrará aportaciones relacionadas con uno de los primeros ámbitos en los que se estudió la atención: la modalidad auditiva. Se expondrán los diversos paradigmas utilizados para estudiar la atención selectiva y dividida, así como las conclusiones teóricas derivadas de su

aplicación. Se discutirán las funciones de la alerta y la orientación de la atención auditiva, se analizará cómo afectan las expectativas al control atencional y se concluirá analizando las interacciones existentes entre modalidades sensoriales (*crossmodalidad*), exponiendo la superioridad de la modalidad visual sobre el resto de modalidades sensoriales.

El capítulo 5 se dedicará a la inhibición. Si una de las misiones de la atención es la selección, resulta evidente que ésta se facilita aplicando un mecanismo paralelo que es la inhibición de toda aquella información que es irrelevante o innecesaria para la tarea en curso. Observaremos, no obstante, que lejos de ser ignorada, esta información irrelevante puede procesarse, tal como ha sido puesto de manifiesto con distintos procedimientos, afectando sustancialmente al desempeño de la tarea principal.

El capítulo 6 abordará varios pormenores relacionados con el desempeño ante tareas múltiples. Frente a paradigmas de tarea única, ahora los experimentos van a requerir a los sujetos que ejecuten dos actividades, bien de forma alternante o bien simultáneamente, explorando las operaciones que distribuirán los recursos atencionales entre ambas, o bien priorizando una de ellas en detrimento de la otra. Especial atención se dedicará al estudio del periodo refractario psicológico por su importancia para explicar el desempeño en condiciones de tarea dual.

El capítulo 7 expondrá las relaciones entre atención y memoria. Tras definir los principales sistemas de memoria, el capítulo analizará diversas cuestiones relacionadas con la vinculación entre el mecanismo atencional, la capacidad de retener la información y el olvido, exponiendo las interesantes interacciones que existen entre los mecanismos de control atencional y aquellos otros de almacenamiento de información.

El capítulo 8 abordará tres cuestiones de enorme importancia en contextos aplicados, especialmente en ámbitos laborales, como son el de la carga mental, la consciencia situacional y el error humano. Observaremos cómo numerosas actividades del operador humano pueden mejorarse con un adecuado diseño ergonómico, cuyo objetivo es facilitar el control atencional para mejorar, así, las condiciones ambientales y las estrategias de procesamiento empleadas durante la ejecución de las tareas. Discutiremos, también, un tema de amplia trascendencia en ambientes laborales, como es el error humano, y expondremos cómo los mecanismos atencionales fallan en ocasiones, generando deslices cotidianos y, en casos más graves, situaciones con consecuencias nefastas.

Finalmente, como indicábamos en la introducción, el texto incorporará dos ANEXOS preparados por los autores que firman este capítulo 0, y que no se contemplan en la obra original inglesa. El primero es un glosario que aclarará al lector la numerosa terminología empleada. El segundo recoge una colección de las principales técnicas experimentales descritas en los diversos capítulos, con objeto de proporcionar un conocimiento detallado de la disposición experimental y la lógica que subyace. Podrá observar, a su vez, que esta traducción española incorpora numerosas notas técnicas a pie de página, también preparadas por los autores españoles, pero no incluidas en la edición original, que contribuirán, en buena medida, a detallar o aclarar algunas secciones de esta obra.

Ejercicios

1. Con ayuda de los contenidos del capítulo y del glosario distinga entre:
   a) Atención selectiva, dividida y sostenida.
   b) Atención abierta y atención encubierta.
   c) Procesamiento temprano y tardío.
   d) Señal exógena y señal endógena.
   e) Señal válida e inválida.
   f) Procesamiento serial y paralelo.
   g) Arriba-abajo y abajo-arriba.
   h) ISI y SOA.
2. Describa la disposición experimental y la lógica de un paradigma de señalización tipo Posner.

CAPÍTULO 1

La investigación sobre atención: perspectiva histórica

Con la participación de *Kim-Phuong i. Vu*

Esquema de contenidos

1. Introducción

Las personas nos vemos expuestas, diariamente, a multitud de estímulos ambientales. De esta multitud, tan sólo una mínima parte serán relevantes para nuestros objetivos inmediatos y, entre estos últimos, escasamente unos pocos accederán a nuestra consciencia. A su vez, cada uno de estos estímulos nos exigirá la puesta en marcha de acciones diferentes que, en ocasiones, pueden llegar a ser incompatibles entre sí.

Considere, por ejemplo, lo que ocurre en la cabina de pilotaje durante un vuelo comercial. El piloto debe procesar toda la información proveniente de los múltiples indicadores visuales, así como la del ambiente exterior. También debe escuchar y comunicarse con el control de tráfico aéreo, sin olvidar al resto de miembros de la tripulación. El piloto debe, además, seleccionar y manipular apropiadamente los controles, así como estar listo para detectar e identificar inmediatamente cualquier señal de alerta o emergencia. En conclusión, a un piloto se le requiere cognitivamente que seleccione, de entre una multitud, tan solo aquellos estímulos que son relevantes para la tarea en curso, y que ejecute simultáneamente diversas actividades, sin olvidar mantener una vigilancia continua de los instrumentos para detectar posibles cambios en la aeronave.

La atención constituye un campo de estudio fundamental para la psicología y la neurociencia cognitiva contemporánea. La atención es un mecanismo psicológico esencial para la percepción, la cognición y la acción, ejerciendo influencia sobre cualquier decisión que el ser humano deba adoptar. Por ejemplo, cuando intentamos recordar el nombre de una persona con la que nos cruzamos, y a la que hemos visto una sola vez, nuestra atención debe ser capaz de seleccionar eficazmente ciertas claves de recuperación adecuadas -p. ej., su rostro o las personas que le acompañaban cuando la conocimos- que permitan evaluar, entre los posibles candidatos (nombres), quién es nuestro interlocutor. En tareas más complejas, como por ejemplo, cuando debemos decidir cuál va a ser nuestro próximo automóvil, nuestra atención debe dirigirse a aquellas características del vehículo que consideramos relevantes y que, junto con otras limitaciones (tal vez nuestro presupuesto), deben ser tenidas en cuenta para adoptar la decisión de compra.

Estos ejemplos sugieren que el estudio de la atención puede resultar de interés para cualquier persona que desee ampliar sus conocimientos acerca de la conducta y la cognición humana y adquirir, de este modo, una plena comprensión de cómo el mecanismo atencional dirige las acciones.

Desde sus inicios, la psicología científica ha puesto gran interés en el fenómeno atencional. El libro *The Psychology of Attention* de Ribot (1890) revisó gran parte de la investigación realizada hasta la fecha. Dieciocho años más tarde, en 1908 (con reediciones en 1973), se publicaron dos textos clásicos: *The Psychology of Feeling and Attention* de Titchener y también *Attention* de Pillsbury. Todos ellos aportaron sólidos fundamentos al

estudio de la atención en el ámbito de la psicología experimental. No en vano, Titchener afirmó en su texto que el "descubrimiento" de la atención supuso uno de los mayores logros de la psicología experimental hasta la fecha, admitiendo que eran diversas las propuestas e ideas que habían sido ya tratadas con anterioridad por los filósofos del siglo xviii y xix.

> *Por «descubrimiento» de la atención me refiero a la formulación explícita del problema atencional, al reconocimiento de un estatus separado con una importancia fundamental, a llegar a entender que la atención es el fundamento de todo el sistema psicológico, y así, tal como la juzguen los hombres, de igual forma ellos serán juzgados ante el tribunal general de la psicología* (pg. 173).

Por su parte, del texto de Pillsbury (1908) se desprende una idea semejante sobre la importancia del estudio atencional al afirmar que "***las manifestaciones del estado cognitivo que denominamos atención son seminales. Ninguna parte del individuo es ajena a ella. Se extiende a cada parte del organismo físico y se localiza entre los más profundos eventos de la mente" (pg. 1).***

En conclusión, tanto Titchener como Pillsbury dejan clara la importancia que adquirió el estudio de la atención en los periodos más tempranos de la psicología y, también en parte, por qué el mecanismo atencional ha sido sometido a una intensa investigación que perdura en la actualidad.

Sintéticamente, podemos segmentar la historia de la investigación sobre atención en cinco amplios periodos:

1. El filosófico, anterior a la fundación de la psicología como ciencia.
2. Desde la fundación de la psicología hasta 1909.
3. Desde 1910 hasta 1949, época que coincide con el auge y dominio conductista, con una disminución aparente de los trabajos sobre atención.
4. Desde 1950 hasta 1974 coincidiendo con la revolución cognitiva, periodo en el que resurge el interés por la atención.
5. La investigación contemporánea, desde 1975 hasta la actualidad.

En el resto del presente capítulo vamos a sintetizar las principales aportaciones en cada uno de ellos, con objeto de componer una visión general de las diversas temáticas investigadas, muchas de las cuales serán tratadas

exhaustivamente a lo largo del presente libro. La tabla 1.1 muestra una estimación del número de artículos publicados, relacionados con la psicología de la atención, durante los tres últimos periodos y hasta 2002.

Tabla 1.1. Número de publicaciones sobre atención localizadas por Lovie (1983) en el Psychological Index y los Psychological Abstracts, en una búsqueda realizada el 29 de noviembre de 2002 en la base PsycINFO.

PERIODO DE AÑOS	ATENCIÓN COMO TEMA, SEGÚN LOVIE	ATENCIÓN EN EL TÍTULO	ATENCIÓN COMO PALABRA CLAVE
1911-1915	60	20	101
1916-1920	28	21	102
1921-1925	29	22	384
1926-1930	94	66	1356
1931-1935	127	78	1805
1936-1940	90	38	3090
1941-1945	59	30	1706
1946-1950	69	23	979
1951-1955	97	39	782
1956-1960	147	53	739
1961-1965		105	1017
1966-1970		353	2432
1971-1975		586	3458
1976-1980		712	4009
1981-1985		932	5733
1986-1990		1573	8050
1991-1995		2258	11392
1996-2000		3391	17835
2001-2002		1189	6845

2. El periodo filosófico

Con anterioridad a la fundación de la psicología como ciencia, desde la filosofía ya existía un interés hacia el estudio de la atención. De hecho, diversas cuestiones discutidas actualmente en el ámbito científico de la atención pueden localizarse, originalmente, en el contexto filosófico del que proceden. Entre ellas, por ejemplo, el análisis de las relaciones entre atención, consciencia y pensamiento, o la cuestión del control voluntario o involuntario de la atención hacia objetos y eventos. Tenga en cuenta que la manera en que cada filósofo ha caracterizado la atención debe situarse en un contexto mucho más amplio, desde el que se proyecta una particular visión metafísica del individuo, de la misma naturaleza de las cosas y de cómo se llega a conocer el mundo. En esta sección vamos a describir brevemente el tratamiento de la atención ofrecido por algunos filósofos relevantes.

El español Luis Vives (1492-1540) goza del privilegio de ser considerado por el mismo John B. Watson (1915) como el padre de la psicología moderna. Vives, en su libro de 1538, ***De Anima et Vita,*** fue uno de los primeros humanistas en reconocer la importancia de la investigación empírica. Este español es conocido por sus observaciones sobre las relaciones entre atención y memoria (Murray y Ross, 1982): así, cuanto más estrechamente se atiende a un conjunto de estímulos, mucho mejor se recuerdan. Aprender consiste en formar asociaciones entre ideas y el recuerdo puede acontecer, bien por una activación automática de tales ideas, o bien mediante una búsqueda intencional que conlleva esfuerzo.

Malebranche (1638-1715) tal vez fue el primer filósofo que trató ampliamente el tema de la atención (Berlyne, 1974). En su libro ***The Search After Truth*** (1674), Malebranche afirmó que tenemos acceso a las ideas y representaciones del mundo exterior, pero no al mundo en sí mismo. Por lo tanto, la atención es necesaria para mantener su claridad y evitar que las ideas se confundan entre sí. Para Malebranche, la comprensión no es nada diferente a la percepción, y...

> *A menudo, la capacidad de compresión dispone de una percepción confusa e imperfecta de las cosas y, por tanto, es causa de errores... En consecuencia, es preciso buscar medios para mantener nuestras percepciones alejadas de la confusión e imperfección. Y, como todo el mundo sabe, no hay nada que las haga tan claras y distintivas como lo hace la*

atención, por lo que debemos intentar encontrar los medios para ser más atentos de lo que somos (pgs. 411-412).

Malebranche también señala que:

> *La mente no presta igual atención a todo lo que percibe; se aplica con más intensidad a aquellas cosas que la afectan, la modifican o la penetran, que a aquellas otras que, aun estando presentes, no la afectan* (pg. 412).

Leibniz (1646-1716) fue el responsable de introducir el concepto de "apercepción". La apercepción es el acto necesario para que un individuo llegue a ser consciente de los eventos perceptivos (Leibniz, 1765). Dicho de otra manera, los eventos pueden ser percibidos de forma inconsciente, por lo que para disponer de una experiencia consciente de los mismos deben ser apercibidos. Leibniz adoptó una visión refleja de la atención, al considerar que ésta se dirige de forma automática a los eventos e ideas que la requieren (McRae, 1976). Aunque también admitió una dimensión volitiva, al afirmar que ***"la atención es una disposición del alma que permite conocer unas cosas en lugar de otras"*** (pg. 525).

Herbart (1776-1841) coincidía con Leibniz en que un evento debía ser apercibido para acceder a la experiencia consciente. Pero hizo hincapié en considerar la apercepción como un mecanismo que ponía en relación las nuevas ideas con las ya albergadas en la mente (Herbart, 1824). Dicho de otra forma: toda nueva experiencia perceptiva acontecía en relación a las percepciones previas. Estos procesos aperceptivos suceden por asociaciones entre contenidos mentales. Herbart también se encuentra entre los primeros autores que advirtieron acerca de la importancia de los modelos matemáticos para el estudio de la psicología.

Una de las observaciones más difundidas en la primera parte del siglo xix demostraba la incapacidad de las personas para atender a más de un evento a la vez. Contrariamente, Hamilton (1788-1856) advirtió que la amplitud o intervalo de la atención podría superar el de un simple objeto (Hamilton, 1859). Propuso medir dicha amplitud lanzando bolitas, a modo de canicas, al suelo para determinar cuántas de ellas podrían ser aprehendidas simultáneamente. Recogiendo esta idea, dicho intervalo se estimó, posteriormente, en unos cuatro ítems (Jevons, 1871).

En conclusión, numerosos filósofos destacaron el papel relevante que la atención desempeñaba en el devenir de los procesos perceptivos y de pensamiento, e introdujeron importantes cuestiones que continúan siendo

examinadas en la actualidad desde una perspectiva científica, tales como la automaticidad o el control voluntario de la atención. Aunque no realizaron investigación experimental alguna, las disquisiciones conceptuales realizadas en torno al mecanismo atencional dispusieron los cimientos para el estadio científico que emergería en épocas posteriores.

3. El periodo desde 1860 hasta 1909

Algunas reflexiones filosóficas, como las descritas por Hamilton, derivaron en predicciones susceptibles de ser comprobadas experimentalmente. A ello unido, a mediados del siglo xix se desarrollaron los llamados métodos psicofisicos que permitieron medir las relaciones entre la estimulación física y la correspondiente respuesta psicológica (Fechner, 1860/1966; Weber, 1846/1978). En conjunto, todo ello tuvo una repercusión importante en el estudio del mecanismo atencional, empezándose a contemplar la posibilidad de que la atención se podía analizar dentro del laboratorio, aplicando una aproximación experimental.

3.1. La velocidad de los procesos mentales

Wilhelm Wundt, a quien se atribuye la fundación del primer laboratorio de investigación psicológica en 1879, fue el responsable de introducir el estudio de la atención en el ámbito experimental. Cuando era asistente en el laboratorio de fisiología de la Universidad de Heidelberg, Wundt estuvo interesado por explorar la denominada ***ecuación personal*** que intrigaba, por entonces, a los astrónomos (Woodworth, 1938). Este problema se referia al sesgo individual que cada astrónomo introducía durante las mediciones del tiempo de tránsito de los astros. Desde finales del siglo xviii hasta principios del xix, los astrónomos medían ese tiempo calculando el momento en el que las estrellas o los planetas cruzaban el meridiano de Greenwich. Esta medición se realizaba con un telescopio equipado con un conjunto de alambres verticales equidistantes. El astrónomo registraba el momento en el que un astro particular cruzaba la posición de cada alambre y, posteriormente, los promediaba para establecer el momento exacto en el que el astro cruzaba el meridiano. Aun-

que, como método de trabajo fue bien aceptado -pues permitía comparaciones entre diversos observatorios-, pronto se advirtieron inconsistencias entre las lecturas aportadas por diferentes astrónomos, incluso utilizando el mismo telescopio. Se descubrió que estas diferencias eran debidas a sesgos individuales, atribuibles al observador que realizaba la medida. Por este motivo, y en un intento de compensar tales diferencias individuales en el cálculo, se desarrolló una ***ecuación personal***, que incorporaba una constante de corrección utilizada para equiparar las lecturas entre astrónomos.

En torno a 1860, Wundt construyó un aparato para simular esta situación y "...***de repente, Wundt se dio cuenta de que estaba midiendo, por primera vez, la velocidad de los procesos mentales, pensando que con ello cristalizaría una verdadera psicología experimental de la autoconsciencia. El tiempo que ocupaba desplazar la atención voluntariamente, desde un estímulo a otro, había sido medido y tenía una variabilidad de en torno a una décima de segundo***" (Blumenthal, 1980, pg. 121). Este descubrimiento encaminó a Wundt a enfatizar la importancia del control voluntario de la atención (véase cuadro 1.1).

Cuadro 1.1.

Reconsiderando la contribución de Wundt a la Psicología

Tradicionalmente, numerosos cursos introductorios a la psicología, al igual que muchos libros de texto, presentan a Wilhelm Wundt como el fundador del primer laboratorio de psicología experimental en Leipzig en 1879. En ellos se le suele caracterizar, habitualmente, por haber defendido la doctrina *estructuralista* en el estudio de la mente con el propósito de analizar los elementos simples que componían la consciencia y su combinación en experiencias más complejas. Se dice, además, que Wundt recurrió al uso de la *introspección* como metodología, en la que observadores entrenados comunicaban sus experiencias conscientes. Por lo tanto, adoptar una perspectiva estructuralista y recurrir a una metodología introspectiva son rasgos frecuentemente atribuidos tanto a Wundt como a su discípulo E. B. Titchener:

> *"Dado que ambos estaban interesados en los elementos de la mente y en cómo se organizaban, Wundt y Titchener son conocidos como los primeros defensores de una corriente de pensamiento denominada estructuralismo; es decir, deseaban determinar la estructura de la mente a través de la introspección controlada"* (Lahey, 1995, p. 11).

Sin embargo, debido a que el estructuralismo -como escuela psicológica- y la introspección -como método- fueron rechazados y sustituidos por el conductismo y los registros objetivos de conducta, las contribuciones específicas de Wundt han sido consideradas, a menudo, como poco relevantes para la psicología actual.

A inicio de los años setenta del siglo xx, diversos autores enfatizaron que esta caracterización prototípica, aun siendo adecuada para definir la contribución de Titchener, no lo es para Wundt (p. ej., véase el libro sobre Wundt, editado por Rieber y Robinson, 2001; también Rieber, 1980). Blumenthal (1975), en su artículo "*A reappraisal of Wilhelm Wundt*lo sintetizó de la siguiente forma: "*Para decirlo claramente: los escasos eruditos que quedan sobre Wundt (todavía quedan algunos) coinciden en que la descripción de su figura, en numerosos textos y cursos, es en gran medida ficticia, con poca correspondencia con la figura histórica. Contrariamente a lo que se indica, Wundt no fue un introspeccionista tal como se entiende el término en la actualidad*" (pg. 1081).

Esta cita es refrendada, además, por la descripción que dos colegas franceses, coetáneos de Wundt -Alfred Grafé y Emile Durkheim-, realizaron de la actividad llevada a cabo en su laboratorio durante una estancia (cfr. Nicolás, Gyselinck, Murray y Bandomir, 2002). Ambos, de forma independiente, se refirieron a varios proyectos relevantes. Algunos tenían que ver con el uso de medidas de tiempo de reacción para evaluar los efectos de la expectativa o preparación sobre la percepción de *inputs* sensoriales. Otros aplicaban métodos psicofisicos semejantes a los utilizados en la actualidad para examinar cuestiones fundamentales de sensación y percepción. En definitiva, a tenor de lo expuesto, se puede concluir que la introspección no ftie en absoluto el método primario elegido para cualquiera de estos proyectos. Es más, Wundt fue sumamente crítico con la dependencia de Titchener del método introspectivo al afirmar que "*...el método introspectivo descansa, o bien en observaciones arbitrarias que nos dirigen por mal camino, o bien en una retirada a una sala de estar en donde uno se llega a quedar absorto. La falta de fiabilidad de este método es umversalmente reconocida... Obviamente, Titchener ha llegado a estar bajo el influjo de los engaños de su método.* " (Wundt, 1900, p. 180, cfr. Blumenthal, 2001).

Además, tal como se expone en el capítulo, Wundt acuñó el término "*voluntarismo* " para denominar su perspectiva teórica y nunca empleó los términos *estructuralista* o *estructuralismo* introducidos por Titchener (Blumenthal, 1975). De hecho, fue enormemente crítico con los antiguos filósofos asociacionistas británicos, quienes describían la experiencia mental como asociación de ideas. En su lugar, Wundt resaltó la importancia de los procesos mentales. Por ejemplo, Wundt incidió en que la *síntesis mental* disponía de un componente creativo que no podía predecirse a partir de la simple combinación de elementos mentales (Danziger, 2001). Tal como denota el término *voluntarismo,* la volición subyace a lo largo del pensamiento wundtiano, y sus estudios sobre volición "*equivalen a un elaborado análisis de los procesos atencionales selectivos y constructivos*" (Blumenthal, 1975, p. 1083). En definitiva, la orientación adoptada por Wundt está mucho más próxima a la psicología contemporánea que lo que habitualmente se considera.

No obstante fue F. C. Donders (1868/1969) y sus estudiantes quienes realizaron la primera investigación detallada sobre la duración de los procesos mentales. La tesis doctoral de De Jagger (1865/1970) describe los experimentos realizados en el laboratorio de Donders, encaminados a medir el tiempo que ocupa identificar un estímulo y seleccionar su correspondiente respuesta motora.

En un conjunto de experimentos se pidió a los sujetos que presionaran un botón con la mano derecha -cuando se encendiera una luz roja- y otro botón con la mano izquierda -cuando lo hiciera una luz blanca-. El tiempo de reacción (TR) medio en esta tarea de elección fue de 356 ms. Este tiempo fue 172 ms más elevado que cuando se solicitó a los sujetos realizar una tarea de TR simple, es decir, responder exclusivamente ante el encendido de una única luz. De Jagger interpretó este tiempo extra como el correspondiente a la duración de los procesos mentales involucrados en la discriminación entre estímulos (discriminar entre ambas luces de color) y en la emisión de la respuesta correspondiente.

A este método de cómputo de la duración de un proceso mental se le conoce como ***método sustractivo.*** En concreto, Donders consideró que el tiempo que ocupa un proceso mental particular, en una tarea simple, podría ser estimado incorporando dicho proceso en otra nueva tarea más compleja, para calcular, finalmente, la diferencia de TR entre ambas. Con tal fin, Donders distinguió entre tres tipos de tareas que implicaban distintas reacciones: (A) simple, (B) de elección, y (C) ***go/no-go*** (responder a un estímulo, pero no a otro). La utilización de estas tareas permitió medir, por separado, el tiempo de identificación del estímulo y los procesos de decisión de respuesta. Por ejemplo, la diferencia de tiempo entre la tarea C (***go/no-go***) y la tarea A (simple) se suponía que reflejaba el tiempo extra que ocupaba la identificación del estímulo en la tarea C. A su vez, la diferencia de tiempo entre una tarea C (***go/no-go***) y una tarea B (elección) correspondería a lo que Donders denominó la "***expresión de la voluntad***" pues la persona debía decidir si respondía o no, dependiendo del estímulo presentado.

Otros experimentos clásicos de TR fueron los de Exner (1882), quien advirtió la existencia en los sujetos de una especie de preparación voluntaria o disposición previa hacia el estímulo que iba a ser presentado, junto con la respuesta refleja en sí misma causada por dicho estímulo (Exner, 1882). Elaborando esta idea más exhaustivamente, autores posteriores distinguieron entre disposición preparatoria perceptiva y disposición preparatoria motora (Lange, 1888). La "disposición perceptiva" requiere dirigir la atención al estímulo y conlleva una apercepción y un acto intencional de la voluntad, ocasionando respuestas lentas. Por su parte, la "disposición motora" requiere focalizar la atención en la respuesta y ocasiona una respuesta refleja rápida.

Finalmente, investigadores como Merkel (1885) demostraron, por primera vez, que el TR de elección se incrementaba conforme lo hacía el número de alternativas estímulo-respuesta que se incluían en el experimento. Este fenómeno, al parecer, se debía el aumento de la incertidumbre respecto a la respuesta que debía ser emitida. Los sujetos de Merkel debían responder ante la presentación de números arábigos o romanos. Los guarismos arábigos 1-5 se asignaron a la mano izquierda y los guarismos romanos I-V a la mano derecha, comenzando, en ambos casos, por el dedo situado a la izquierda. Los resultados mostraron que, cuando el número de alternativas pasó de 2 respuestas a un total de 10 respuestas, el TR medio se incrementó desde unos 300 ms a más de 600 ms. En definitiva, este resultado -replicado posteriormente por Hick (1952) y Hyman (1953)- indicaba que la probabilidad de ocurrencia de los estímulos afectaba al tiempo de respuesta. El trabajo de estos dos últimos investigadores ocasionó lo que se conoce como la ley de Hick-Hyman, que será expuesta en el capítulo siguiente.

3.2. Los efectos de la atención

La relación entre atención y percepción fue una de las primeras que captó el interés de los psicólogos experimentales. Por ejemplo, afinales del siglo xix, Hermann von Helmholtz (1894) consideró que la atención era algo necesario durante la percepción visual. Ejerciendo él mismo como sujeto experimental, y empleando un taquistoscopio[1], Helmholtz visualizó durante brevísimos periodos de tiempo -a modo de un flash de luz- páginas con letras impresas que debían identificarse. Pronto observó que su atención podía dirigirse a una determinada región o zona de la página, con anterioridad a la presentación visual del estímulo, y ello era así a pesar de que sus ojos permanecían estáticos, fijando su mirada en un punto central. En palabras de Helmholtz... "***con cada descarga [es decir, cada vez que el***

[1] Aparato que permite presentaciones visuales de muy corta duración (del orden de milisegundos) mediante la utilización de bombillas especiales de rápida respuesta y recuperación. El sujeto observa, a través de un visor, las diversas proyecciones estimulares que acontecen en el interior de una especie de caja hermética. Desde su invención en el siglo xix, el taquistoscopio ha sido tradicionalmente utilizado para estudiar la atención y la percepción visual. En la actualidad, las presentaciones visuales se muestran en monitores con alta tasa de respuesta y refresco.

taquistoscopio iluminaba el estímulo] yo era capaz de dirigir mi percepción a otra zona del campo visual y leer las letras que allí se encontraban, incluso manteniendo mi mirada fija en el punto de fijación central" (pg. 259). Helmholtz descubrió, también, que la atención disponía de ciertos límites, pues en ocasiones las letras próximas al punto de fijación central, no eran percibidas automáticamente:

> *Creo que mis observaciones demuestran que, mediante una especie de intención voluntaria, en la que no participan ni movimientos oculares [...], uno puede concentrar su atención en determinadas zonas periféricas de nuestro sistema nervioso y, simultáneamente, excluirla de otras partes* (pg. 259).

Por su parte, Wundt sostuvo que la atención era una actividad interna que permitía aflorar las ideas en la consciencia según grados. Adelantándose a las propuestas actuales, Wundt (1907a) argumentó también que el foco atencional podía estrecharse o ampliarse. En esencia, "*la atención conlleva tres componentes esenciales que afectan a las ideas: un incremento en la claridad de las ideas, un conjunto de sensaciones musculares que las acompañan pertenecientes a su misma modalidad sensorial, y determinados sentimientos que afloran junto con ellas* " (pg. 249). El término "voluntarismo" fue utilizado por Wundt (1907b) para describir su propia visión de la psicología, en la que se enfatizaba la volición, el estudio de las decisiones y las elecciones conscientes.

> *El voluntarismo psicológico [...] considera que los procesos volitivos, junto con sus sentimientos, sensaciones e ideas, son el fundamento de todos los procesos conscientes. Como tal, cualquier deseo o volición es un fenómeno complejo que dispone de su propio significado e incluye diferentes tipos de elementos psíquicos* (Wundt, 1907b).

Autores como Lotze (1885) no aceptaron la visión de que "*la atención es simplemente una iluminación intensa del contenido de las ideas*" (pg. 35). En su lugar, entendía que la atención consciente podía manifestarse en diversos grados. Observó que los procesos de más bajo nivel, tal como la simple experiencia sensorial, no siempre se acompañaban de procesos de alto nivel que participan en la comparación de relaciones entre sensaciones simples, o entre éstas y las experiencias previas. Así... "*diversos grados [de atención] pueden distinguirse en nuestra consciencia: podemos concebir la idea en sí misma junto con su propia naturaleza; también la conexión de dicha idea con otras ideas; y, finalmente, la importancia de dicha idea para nuestra vida personal*" (pg. 35).

Por su parte, otros estudios descubrieron que las condiciones de un acto de atención debían ser localizadas tanto en la tarea a realizar, como en la disposición de respuesta del individuo (Pillsbury, 1908/1973). Como su nombre indica, la disposición atencional se refiere a la configuración de una tendencia o actitud a responder ante un estímulo de una determinada manera. Por ejemplo, una de las investigaciones previas que observó este tipo de disposición hacia la tarea fue la de Külpe (1904), quién presentó brevemente sílabas sin sentido[2] de diferentes colores. A los observadores se les pedía identificar las sílabas mostradas, los colores o sus posiciones. Los resultados demostraron que la ejecución fue buena cuando los observadores realizaban la tarea para la que fueron instruidos (p. ej., identificar las sílabas), pero el rendimiento disminuyó si, con posterioridad a la tarea, se les requería decir los colores que habían visto.

Sin lugar a dudas, la visión de William James (1890/1950) sobre la atención es una de las más conocidas en psicología y, por ende, una de las más frecuentemente citadas:

> ***[La atención] consiste en que la mente toma posesión, de manera clara y lúcida, de uno de varios objetos o cadenas de pensamiento que aparecen simultáneamente. La focalización y la concentración de la consciencia constituyen su esencia. Implica dejar a un lado algunas cosas con el fin de abordar otras eficazmente*** (pgs. 403-404).

La mención de James a la "claridad de la atención" es contemplada por otros autores como el aspecto más relevante de este mecanismo psicológico. Por ejemplo, Titchener (1908/1973) insistió en esta cuestión al afirmar que: ***"el problema de la atención debe centrarse en la claridad sensorial"*** (pg. 182), para seguidamente atribuir a Wundt el origen de esta propuesta:

> ***Y así, tal como vinculamos el nombre de Helmholtz con la doctrina de la cualidad sensorial, y el de Fechner con la intensidad sensorial, debemos vincular el de Wundt con la doctrina de la atención que, tal como la considero, tiene que ver con la claridad sensorial*** (pg. 173).

[2] Las sílabas sin sentido son sencillos trigramas de letras, constituidos por una vocal entre dos consonantes (p. ej., QAR, YOT, DUP...). Fueron introducidas en psicología de forma sistemática por Hermman Ebbinghaus (1885, *Über das Gedáchtnis -Acerca de la memoria-)* para estudiar la memoria y el olvido. Su objetivo fue la utilización de un material carente de significado (al menos aparente) que evitase las relaciones asociativas entre los diversos ítems y permitiese la cuantificación.

En la misma línea de Titchener, el mismo Pillsbury (1908/1973) afirmó que ***"la esencia de la atención, entendida como un proceso consciente, es un aumento en la claridad de una idea o conjunto de ideas a expensas de otras" (pg. 11).***

Entender la atención como un mecanismo que incrementa la claridad de las ideas, obligó a los investigadores a preguntarse sobre las formas en que se obtiene dicho incremento. En esta línea, algunos favorecieron la idea de que el incremento de claridad se ocasionaba de forma directa (p. ej., Mach y Stumpf). Para otros, el incremento era indirecto, pues se ocasionaba por la inhibición de aquellas sensaciones a las que no se atendía (p. ej., Wundt o Külpe). Tal como es descrito por Titchener (1908/1973), para dilucidar esta cuestión, Mach y Stumpf decidieron escuchar juntos un armonio para comprobar si prestar atención a un tono componente de un acorde posibilitaba percibirlo con más intensidad. Lamentablemente, Mach concluyó que sí ocurría, mientras que Stumpf indicó que no. El debate acerca de si la atención incrementaba la claridad de los eventos atendidos, o disminuía la claridad de lo no atendido, se anticipaba a los argumentos de la psicología contemporánea, respecto a si atender implica la actuación de mecanismos excitatorios selectivos o bien de mecanismos inhibitorios (véase, por ejemplo, Tipper, 2001). El capítulo sobre atención e inhibición retomará estas cuestiones.

De la cita de James, expuesta anteriormente, se deduce que la claridad es la característica más relevante de la atención, tanto como para afirmar que ***"mi experiencia consciente está constituida por aquello a lo que atiendo"*** (James 1890/1950, pg. 402). Esta última cita perfila una visión selectiva de la atención acorde con la perspectiva funcionalista adoptada por James. Son estos aspectos selectivos de la atención los que han sido resaltados por algunos otros autores: ***"La atención se refiere, específicamente, al carácter selectivo de los procesos organizativos, que permiten destacar grupos particulares de elementos sensoriales frente a otros"*** (Judd, 1917, pg. 191). Y es precisamente esta dimensión funcional, selectiva, de la atención la que ha sido destacada y analizada en la mayor parte de la investigación contemporánea durante los últimos cincuenta años (véase Pashler, 1998), relegando a un segundo plano el tema de la experiencia consciente, a pesar del renovado interés actual (Rosetti y Revonsuo, 2000). James consideró que la atención podía clasificarse de diferentes formas:

La atención puede dirigirse a

a) Los estímulos sensoriales (atención sensorial) o a...

b) Las ideas o representaciones mentales del objeto (atención intelectual)

Actúa de forma

c) Inmediata o...

d) Demorada

La atención es

e) Pasiva, refleja, involuntaria, sin esfuerzo, o...

f) Activa y voluntaria

La primera disociación implica que la atención puede dirigirse tanto a estímulos presentes físicamente, como a otros que no lo están (representaciones mentales). La segunda sugiere que la atención puede retirarse de un evento actualmente atendido para dirigirse a otro. La tercera disociación apunta a una distinción muy extendida en la actualidad, que distingue entre un ***control exógeno*** —la atención es captada automáticamente por un evento externo— y el control endógeno —la atención se dirige intencionalmente hacia un estímulo— (Yantis, 2000). Además, conforme a James, los efectos inmediatos de la atención nos permiten: a) percibir, b) comprender, c) distinguir, d) recordar y e) acortar nuestros "tiempos de reacción". Percibir, comprender y distinguir contribuyen a nuestras percepciones inmediatas; no en vano ya hemos analizado las relaciones entre atención y percepción que han generado gran parte de la investigación contemporánea. El recuerdo entra enjuego cuando las acciones se demoran por un tiempo, después de que la información del estímulo relevante que las evoca haya sido mostrada: "... ***una vez que ha sido atendido un objeto permanecerá en la memoria, mientras que otro que no haya sido atendido no dejará ningún rastro*** " (James 1890/1950, pg. 427). El mismo Pillsbury ha sido incluso más explícito sobre la importancia de la atención en la memoria al afirmar que ***"la retención depende del grado de atención prestada durante el aprendizaje [...] El recuerdo es siempre dirigido por la atención [...] y el reconocimiento se ve influido por la atención tanto en su rapidez como en la corrección*** " (1908/1973, pg. 148).

Aunque numerosos estudios contemporáneos sobre atención se han centrado en la percepción, no es menos cierto, como Pillsbury advirtió, que "«o ***existe acto atencional que no incorpore algún proceso motor"*** (Pillsbury, 1908/1973, pg. 12). Las respuestas motoras pueden incluir una orien-

tación tanto voluntaria como involuntaria hacia la fuente de estimulación, así como otras acciones manifiestas. En este sentido, James coincide con Pillsbury al admitir que "***el ajuste del organismo y una preparación ideo-motora[3] o prepercepción están implicadas en todo acto atencional***" (pg. 444). El ajuste orgánico se refiere a la "***acomodación o ajuste de los órganos sensoriales*** " mientras que la preparación ideomotora tiene que ver con la "***preparación anticipatoria proveniente de centros ideomotores que tiene relación con el objeto al que se va a prestar atención*** " (pg. 434).

Poco a poco se introdujo la idea de que los vínculos existentes entre los movimientos y las representaciones mentales eran bidireccionales, tal que las representaciones mentales podía causar directamente el movimiento (Lotze, 1852). A esta propuesta se la denominó "acción ideomotora", término utilizado por Carpenter (1852) para explicar, por ejemplo, el efecto de la sugestión sobre el movimiento muscular que actúa en un plano inconsciente. Carpenter estuvo interesado originalmente en el fenómeno de la radiestesia, en el que, como se sabe, una horquilla o péndulo parece ser atraído hacia la superficie terrestre inducido por la presencia de agua subterránea, algo atribuido a fuerzas desconocidas e incluso sobrenaturales. Para Carpenter eran las ideas, expectativas y pensamientos del radiestesista las que influían inconscientemente sobre el sistema motor ocasionando, de esta forma, los movimientos de la mano que desplazan el péndulo.

Retomando estas ideas, James fue un apasionado defensor de la teoría ideomotora de la acción:

> *La cuestión es la siguiente: la simple idea de un movimiento ¿es un antecedente mental suficiente que puede decidir su ejecución? ¿O tal vez debiera descubrirse alguna otra forma de antecedente en términos de disposición, decisión, consentimiento, mandato volitivo o cualquier otro fenómeno mental antes de que el movimiento pueda ocurrir?* (James 1890/1950, pg. 522).

La contestación de James es que la simple idea del movimiento a veces es suficiente para ejecutar un movimiento, mientras que otras veces no lo es: "***Cuando el movimiento sigue de forma inmediata a la noción que de sí mismo existe en la mente estamos ante una acción ideomotora***"

[3] De forma genérica, el concepto "ideomotor" se refiere a la ejecución de movimientos motores como consecuencia de expectativas o conocimientos previos. Por ejemplo, si tenemos expectativas de que nos lancen un determinado objeto disponemos las manos de una determinada forma para detenerlo. Se asume por diversos teóricos que, en ocasiones, dichos actos ideomotores se ejecutan inconscientemente.

(pg. 522). Estas teorías ideomotoras de la acción han sido defendidas de forma más reciente por diversos investigadores (Greenwald, 1970; Hommel, Müsseler, Aschersleben y Prinz, 2001).

Finalmente, en la actualidad existe la idea de que si una tarea requiere atención entonces interferirá con la ejecución de otra tarea que también requiera atención (Keele, 1967). Binet (1890) fue uno de los primeros en sugerir que la atención podría entenderse en términos de interferencia. Por ejemplo, demostró que una tarea de suma mental interfería sobre otra tarea en la que se debía presionar -siguiendo un ritmo temporal- una pequeña pelota de goma; sin embargo, no aparecía interferencia cuando el sujeto no debía controlar ni el ritmo ni las presiones sobre la pelota. Otra experiencia demostró que no se podía mantener una presión constante sobre un objeto si se requería otra tarea mental simultánea (Welch, 1898), lo que también apuntaba a la existencia de una relación, ya descrita anteriormente, entre atención y acción motora.

En conclusión, si en torno a 1860 la aproximación filosófica dominó el estudio de la psicología en general y el de la atención en particular, desde 1860 hasta 1909 el estudio de la atención experimentó una progresiva transformación -tal como ocurrió en toda la psicología- tendiendo hacia la incorporación de investigaciones científicas, con amplia presencia de trabajos experimentales. Hacia 1909 ya habían sido descubiertos e investigados numerosos fenómenos que atañen a la psicología de la atención contemporánea, convirtiéndose la atención en uno de los campos más relevantes de la psicología. A pesar de este desarrollo, Ribot (1890) afirmó en su libro que ***"los psicólogos habían puesto mucho esfuerzo en el estudio de los efectos de la atención, pero muy poco en el análisis de sus mecanismos "*** (pg. 7). Desafortunadamente, la aparición del conductismo como corriente dominante de la psicología durante el siguiente periodo ocasionó, al menos en Estados Unidos, que el estudio exhaustivo de los mecanismos atencionales tuviera que esperar hasta mediados del siglo xx.

4. El periodo desde 1910 hasta 1949

Se suele leer con frecuencia que la investigación sobre atención fue prácticamente inexistente durante el periodo 1910-1949. Algunos afirma-

ron que desde la Primera Guerra Mundial hasta la década de los sesenta ***"no hubo investigación sobre atención"*** (Neisser, 1976, pg. 5) o que ***"la investigación sobre atención prácticamente desapareció por completo desde 1930 en adelante"*** (Moray, 1969, pg. 2). Otros concluyeron que ***"durante muchos años apenas se realizaron trabajos sobre atención, aunque, desde mediados de los años cincuenta del siglo XX, emergió un renovado interés por el problema*** *"* (Keele, 1967, pg. 5).

Sin embargo, autores como Lovie (1983) disienten de las opiniones expuestas, enfatizando que la investigación sobre atención nunca fue abandonada en este periodo, aunque sí que se incrementó posteriormente con el advenimiento de la psicología cognitiva más contemporánea. En una recopilación de trabajos, Lovie localizó el número de publicaciones sobre atención -listados en los ***Psychological Abstracts*** y en su antecesor, ***Psychological Index***- en intervalos de cinco años, desde 1910-1960. Como se observa en la tabla 1.1, las publicaciones sobre atención y sus ámbitos relacionados fueron habituales durante esas cinco décadas y, aunque disminuyeron en el intervalo 1945-1955, se realizaron todavía numerosos estudios. En definitiva, la investigación sobre el mecanismo atencional no sólo no llegó a desaparecer, sino que los trabajos realizados durante este periodo actuaron a modo de puente entre la investigación anterior a 1910 y los actuales estudios contemporáneos. Lovie lo justifica indicando que algunos investigadores (p. ej., Dallenbach y otros) optaron por seguir la herencia de las ideas expuestas por Titchener (1908/1973), mientras que otros realizadon trabajos estrechamente vinculados con los que, posteriormente, realizó Broadbent, quien fue el causante del renovado interés por el estudio de la atención en los años cincuenta.

Probablemente, una de las aportaciones más destacadas sobre atención durante este periodo sea la de Jersild (1927), quien publicó su clásica monografía ***Mental Set and Shift.*** En palabras de Jersild: ***"Una disposición mental [mental set] es ante todo una actividad de la consciencia. El mismo estímulo puede evocar una multiplicidad de respuestas, dependiendo del contexto de aparición"*** (pg. 5). El texto de Jersild expone una serie de experimentos en los que, utilizando listas constituidas por veinticinco números, los sujetos debían o bien realizar una única tarea (sumar seis a cada número), o dos tareas diferentes de forma alternativa (sumar seis a un dígito, restar tres al siguiente). Los resultados mostraron que el tiempo que ocupó esta última condición de tarea múltiple fue mucho mayor que el ocupado en la de tarea única. Sorprendentemente, aunque este trabajo, duran-

te años, no generó demasiadas expectativas, a partir de mediados de los noventa se produjo un renovado interés en el fenómeno del ***coste por cambio de tareas***, convirtiendo este tema en uno de los más relevantes en la investigación sobre atención, de tal manera que la revista ***Psychological Research***, en el año 2000, le dedicó un número especial. En el correspondiente capítulo dedicado a desempeño con tareas múltiples se expondrá este fenómeno de forma exhaustiva.

Otra aportación de gran relevancia durante este periodo fue el descubrimiento del denominado ***periodo refractario psicológico.*** En aquella época, se creía que la estimulación de una neurona era seguida por una fase refractaria durante la cual la neurona era mucho menos sensible a nueva estimulación. Con esta idea, Telford (1931) realizó un experimento para dar respuesta a la siguiente cuestión: ***"¿Sería posible que una respuesta voluntaria, un juicio o un proceso asociativo simple pudieran ocasionar en el organismo algún tipo de efecto, a modo de barrera o periodo refractario, que lo previniera ante las posibilidades de una repetición inmediata?*** " (pg. 7). Para comprobarlo, Telford (1931) diseñó una tarea de TR simple, en la que los sujetos debían presionar un pulsador cuando escucharan un tono. El intervalo entre tonos sucesivos se manipuló entre medio, uno, dos y cuatro segundos. Los resultados indicaron que las respuestas fueron significativamente más lentas con intervalos entre tonos cortos, y más rápidas con intervalos largos. El hecho de que el TR ante un segundo estímulo fuera más elevado cuando el intervalo entre presentaciones estimulares se acortara ha sido un fenómeno estudiado desde entonces. El análisis del periodo refractario psicológico ha sido objeto de investigación y desarrollo teórico constante durante los últimos cincuenta años y, como tal, se estudiará con detalle en el capítulo correspondiente.

Finalmente, J. R. Stroop (1935/1992) publicó lo que, sin lugar a dudas, constituye uno de los trabajos más citados en psicología. En él se demuestra cómo la información que es irrelevante para realizar una tarea puede llegar a afectar seriamente a la misma. Stroop confeccionó una lista de cien palabras con nombres de colores, cuya tinta de impresión no coincidía con el color denominado por la palabra (véase figura 1.1). Los sujetos debían limitarse a decir en voz alta el color de la tinta e ignorar por completo el significado de la palabra. Se descubrió que los sujetos tardaron una media de 110 segundos en completar esta tarea, en comparación con los 63 segundos que ocupaba nombrar el color de unos cuadraditos. Es decir, la pre-

sencia de información conflictiva en una palabra (color de la tinta distinto del color denotado por la palabra) hizo que casi se doblara el tiempo dedicado a la tarea de nombrar el color de la tinta. Desde entonces, este efecto se conoce como ***efecto Stroop*** y es uno de los más populares en psicología. Curiosamente, se observó que la tarea inversa de leer la palabra e ignorar el color de la tinta de impresión no se vio afectado por la presencia de incongruencias. En estos casos, el tiempo empleado en leer las 100 palabras fue de 43 segundos, muy semejante a los 41 segundos que se empleó en leer las mismas palabras impresas en tinta negra. En definitiva, se puso de manifiesto que la interferencia Stroop era asimétrica: el significado de la palabra interfería sobre la denominación del color de la tinta, pero el color de la tinta no afectaba a la lectura de la palabra.

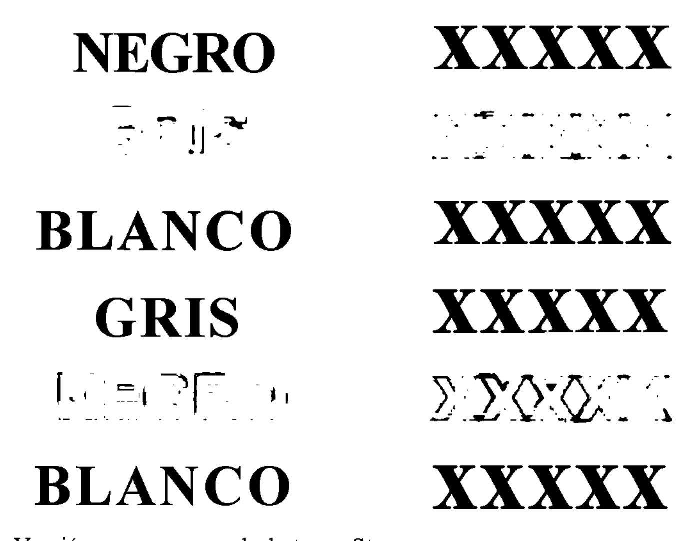


Figura 1.1. Versión monocroma de la tarea Stroop.

La tarea Stroop se ha convertido en una de las técnicas más utilizadas para evaluar una extensa colección de temas atencionales. Por esta razón, cuando el artículo original de Stroop se reimprimió en 1992, algunos se refirieron a la tarea de Stroop como el "patrón oro" (***gold standard)*** de las medidas atencionales (MacLeod, 1992), y se advirtió también cómo el número de citas del artículo original se incrementó sustancialmente en el periodo comprendido entre 1974 y 1990, pasando de 25 en 1974, hasta 80 en 1990. En definitiva, ***"el efecto Stroop [...] sigue desempeñando un papel clave en la comprensión de la atención*** " (MacLeod, 1992, pg. 12).

En conclusión, aunque durante este periodo la investigación sobre atención fue menor que la realizada en décadas precedentes, en él se lograron importantes descubrimientos que han gozado de una enorme repercusión posterior. De hecho, varias teorías actuales sobre atención pretenden explicar los costes que conlleva cambiar entre diferentes tareas, los efectos causados por la información irrelevante en una tarea Stroop u otras tareas análogas, o la naturaleza del periodo refractario psicológico durante la ejecución de tareas simultáneas, fenómenos todos ellos descubiertos en este periodo y que serán expuestos en temas posteriores.

5. El periodo desde 1950 hasta 1974

El aspecto más destacado de este periodo de la psicología fue el interés por estudiar la cognición humana desde el marco teórico del procesamiento de la información. A este resurgimiento se le denomina ***revolución cognitiva,*** y tiene sus orígenes tanto en el desarrollo de la teoría de la información como en la caracterización de los llamados estadios o fases de procesamiento, tal como expondremos en el siguiente capítulo.

En el ámbito de la atención, la investigación estuvo marcada por una confluencia entre la teorización básica y su materialización en contextos aplicados. Un ejemplo de esta confluencia lo constituyen los trabajos realizados sobre ***mantenimiento de la vigilancia*** (Mackworth, 1950), cuyo interés perduró a lo largo del resto del siglo XX. Estos trabajos tuvieron su origen a partir de las observaciones realizadas sobre operadores de radar durante la Segunda Guerra Mundial que estaban obligados a detectar en sus pantallas señales que aparecían muy infrecuentemente. Situaciones análogas se reproducían también en entornos industriales, donde un operario estaba obligado a supervisar y controlar una tarea con el fin de detectar eventos que ocurrían esporádicamente. Este interés por la vigilancia se trasladó al laboratorio experimental. El ejemplo más conocido es el de Mackworth, quien diseñó una prueba denominada ***test del reloj*** para evaluar la atención en una tarea de vigilancia. En esta prueba, una aguja se movía en pasos de 12 minutos de arco por segundo, pero ocasionalmente se producía un doble salto (la aguja se movía en un paso de 24 minutos de arco). La tarea del sujeto consistía en pulsar un botón cada vez que se per-

catase de la existencia del doble salto. Los resultados mostraron que la proporción de dobles saltos detectados disminuyó bruscamente después de la primera media hora. A este fenómeno se le ha denominado ***decremento de la vigilancia*** y el interés por explorarlo científicamente perdura desde el trabajo original de Mackworth.

Colin Cherry (1953) llevó a cabo uno de los trabajos experimentales más trascendentes de este periodo. Estudió los mecanismos de atención selectiva o, como él lo denominó, el fenómeno de la ***cocktail party.*** Cherry estaba interesado en conocer cómo se producía la selección de una voz a la que atendemos entre otras varias (situación análoga a lo que sucede en una fiesta donde somos capaces de seleccionar la voz de nuestro interlocutor entre otras muchas). En concreto, le interesó qué tipo de información podía ser recordada de los mensajes no atendidos. Para ello, diseñó un procedimiento denominado ***escucha dicótica,*** en el que se presentaba en cada oído, a través de auriculares, un mensaje diferente. Los sujetos debían ***sombrear, o*** decir en voz alta, el mensaje escuchado por un canal (oído) e ignorar el mensaje presentado por el otro canal, tarea relativamente sencilla de realizar. El interés, como dijimos, residía en analizar qué sucedía con la información del mensaje no atendido. Cuando a los sujetos se les interrogó sobre ciertas propiedades del mismo, se descubrió que no eran capaces de indicar nada acerca de su significado, ni tampoco fueron conscientes de un cambio en el idioma utilizado -pasando del inglés, su lengua nativa, al alemán-. Sin embargo, sí fueron capaces de detectar algunas características físicas, como cambios en la voz del narrador, que cambiaba en un determinado momento de hombre a mujer.

Donald Broadbent (1958) realizó un experimento parecido al de Cherry, con resultados similares. Utilizando también una tarea de escucha dicótica, presentó tres dígitos en un oído (uno tras otro) y, simultáneamente, otros tres dígitos en el otro oído. La tarea de los sujetos fue simplemente recordarlos. Analizando la ejecución se observó que los sujetos tendían a recordar, primero, los dígitos de un oído, seguidos por los dígitos del otro oído. Para explicar su descubrimiento y, también, el de Cherry, Broadbent desarrolló lo que ha pasado a ser el primer modelo científico formalizado sobre atención: el denominado ***modelo o teoría del filtro*** (se explicará, en detalle, en un capítulo posterior). Este modelo considera al sistema nervioso como un canal de comunicación que dispone de capacidad limitada. Conforme a esta propuesta, toda la información recibida del medio se mantiene en un almacén temporal previo, de naturaleza preatencional, que es

bloqueado por un filtro selectivo (cuello de botella —*bottleneck*—). Sólo aquellos estímulos que compartan ciertas características físicas (p. ej., la misma localización espacial) atravesarán este filtro selectivo y accederán a una nueva estructura posterior, de capacidad limitada, donde serán atendidos e identificados. En definitiva, la teoría del filtro original propone que los mensajes que no son atendidos, porque no son capaces de atravesar el filtro, nunca pueden ser identificados.

Lamentablemente, algunos resultados obtenidos en diversos estudios posteriores comenzaron a poner en entredicho la existencia de un filtro rígido, tal como lo concebía Broadbent, demostrando que bajo determinadas condiciones los mensajes del oído no atendido podían atravesar el filtro y ser procesados más allá del simple nivel físico. En esta línea, una investigadora, Anne Treisman (1960), reformuló la teoría del filtro rígido de Broadbent, proponiendo en su lugar la denominada *teoría del filtro atenuado.* Esta propuesta entiende que la selección previa o temprana de la información que ejerce el filtro sigue siendo anterior a la identificación del estímulo, pero ahora la misión del filtro no es bloquear por completo el canal no atendido, sino simplemente atenuarlo. En consecuencia, si determinada información del canal no atendido supera el umbral de atenuación impuesto por el filtro puede llegar a atravesarlo y, en consecuencia, ser identificada. Esto acontece, por ejemplo, cuando los sujetos durante la escucha dicótica son capaces de identificar en el mensaje no atendido la pronunciación de su nombre o detectar un evento cuya presentación se espera.

Por su parte, Deutsch y Deutsch (1963) adoptaron una visión diferente a los modelos de filtro. Propusieron que la información del canal no atendido siempre era identificada y que el cuello de botella (*bottleneck*) impuesto por la selección de la información ocurría en fases del procesamiento mucho más tardías o posteriores a lo que defendían teóricos como Broadbent. Esta nueva perspectiva dio origen a las denominadas teorías de la *selección tardía,* en contraposición a las de filtro (rígido y atenuado) que fueron denominadas teorías de la *selección temprana.* En definitiva, la cuestión clave en este debate temprano-tardío[4] -que expondremos en capítulos posteriores- reside en saber cuándo se identifica semánticamente la información. Tal como expondremos a lo largo de este libro, el debate continúa en la actualidad y, a pesar de que

[4] Véase en el Anexo I una aproximación al debate temprano-tardío.

ambas aproximaciones cuentan con evidencia convincente, algunos autores han propuesto que existe un sesgo favorable a las teorías de la selección temprana atenuada (Pashler, 1998).

A inicio de los años setenta se produjo un cambio importante en el estudio de la atención, propiciado por la introducción de tareas visuales en detrimento de las tareas auditivas empleadas en los años previos. En este contexto surge una nueva aproximación, que goza de gran popularidad, y que considera la atención como un recurso genérico limitado del que depende la ejecución de diversos procesos y tareas. El modelo de Kahneman (1973), sin duda, es el más representativo de entre todos los *modelos de recurso unitario o capacidad unitaria.* Este modelo considera la atención como un recurso genérico, a modo de energía, que puede distribuirse entre distintas tareas y en diversas cantidades. El suministro disponible de este recurso varía en función de la activación o *arousal*[5] del organismo, así como de las demandas de la tarea. Si las demandas exigidas por varias tareas exceden al suministro energético del organismo se deberán adoptar decisiones estratégicas para dilucidar qué tareas o procesos tienen prioridad durante la asignación del recurso. Estos modelos de recurso único propiciaron el auge de la técnica de doble tarea y sus medidas derivadas, tales como las curvas POC *{Performance Operating Characteristic)* o las medidas de carga mental empleando tareas secundarias. Tal como se expondrá en los temas correspondientes, la idea subyacente de todos estos modelos es que una tarea interferirá sobre otra simultánea cuando los recursos sean limitados y las tareas compitan por conseguirlos.

Para finalizar, debemos apuntar que, a inicios de los años setenta, comenzaron a publicarse los primeros experimentos con humanos en los que se utilizaron técnicas psicofisiológicas para estudiar la atención (p. ej., Hillyard, Hink, Schwent y Picton, 1973). Estos estudios emplearon técnicas de *potenciales evocados* que, mediante la colocación de electrodos en el cuero cabelludo, permitieron vincular la actividad cerebral con el procesamiento de un estímulo. La diferencia entre las características de los potenciales evocados obtenidos bajo diferentes condiciones -p. ej., cuan-

[5] Genéricamente, el arousal hace referencia al nivel de activación general que exhibe el organismo en un momento determinado. Oscila desde un extremo de coma o sueño profundo hasta otro de excitación máxima. Representa un mecanismo atencional básico que determina la eficacia de otros mecanismos atencionales y de la capacidad cognitiva general.

do se atiende a un estímulo vs. cuando no se atiende- permitía obtener evidencias sobre la naturaleza de los mecanismos cerebrales subyacentes al procesamiento de los estímulos.

En conclusión, la investigación durante este periodo generó abundante conocimiento acerca de los mecanismos atencionales, muy especialmente sobre atención auditiva. La aportación más destacada fue el surgimiento de numerosos modelos teóricos sobre la atención, elaborados bajo el marco teórico del procesamiento de la información, cuyo inicio lo marco la propuesta de Broadbent (1958) y su teoría del filtro. La materialización de estos modelos, su desarrollo y comprobación empírica, propició un avance significativo de nuestro conocimiento sobre el mecanismo atencional.

6. Desde 1975 hasta la actualidad

Durante el último cuarto del siglo xx hasta la actualidad, la investigación en torno a la atención se ha incrementado de forma espectacular. En la tabla 1.1 puede observarse que el número de artículos que incluyen la palabra "atención" en su título ascendió a más de tres mil entre 1996 y 2000. Los científicos continuaron realizando experimentos conductuales y psicofisiológicos encaminados a comprobar muchas de las tareas, asuntos y fenómenos explorados previamente, que coexistieron con otros fenómenos y cuestiones de nueva aparición.

Los modelos de recurso unitario que surgieron a inicios de los setenta dieron paso a los modelos de *recursos múltiples* en la última parte de la década (los expondremos en el capítulo sobre carga mental y consciencia situacional). Estas nuevas propuestas emergieron al observarse, en varios estudios, que es más sencillo ejecutar dos tareas simultáneamente cuando sus respectivos estímulos y respuestas no pertenecen a la misma modalidad sensorial, que cuando sí lo hacen. Por ejemplo, el rendimiento es mejor cuando una tarea es verbal y la otra visoespacial que cuando ambas son del mismo tipo. Inspirados por estas observaciones, Navon y Gopher (1979) propusieron que la atención podía entenderse mucho mejor como un conjunto de *recursos múltiples* diferenciados que como un recurso general e inespecífico. Los principios del enfoque de los recursos múltiples fueron aplicados por Wickens (1980) al ámbito del *factor humano.* Propuso que existen diferen-

tes recursos atencionales para diferentes modalidades sensoriales, diferentes modos de codificación de la información y distintas formas de respuesta. Por consiguiente, si realizamos varias tareas a la vez, el rendimiento es mejor si las tareas utilizan diferentes modos de correspondencia *input-output* que si utilizan el mismo modo. El enfoque de los recursos múltiples ha sido criticado por ser demasiado flexible, pues para dar cuenta de los resultados obtenidos en varias investigaciones propone, arbitrariamente, la existencia de recursos específicos *ad hoc* (Navon, 1984).

Una distinción relevante de este periodo disocia entre una perspectiva atencional centrada en el espacio (*space-based)* y otra centrada en el objeto (*object-based*). La orientación que entiende la atención centrada en el espacio la ha contemplado, de forma metafórica, como una especie de foco de luz (*spotlight*) que se desplaza iluminando diversas zonas del campo visual (p. ej., Posner, 1980). Este foco atencional puede ser, en principio, totalmente independiente de la dirección de la mirada, algo que ya sabemos fue propuesto muchos años antes por von Helmholtz. Numerosos estudios han demostrado que, cuando una señal indica la posición en la que puede aparecer un estímulo, se genera alrededor de dicha posición un gradiente espacial, tal que los estímulos que residen en este foco atencional son procesados más eficazmente que aquellos otros más alejados (Yantis, 2000). Estos experimentos han manipulado dos tipos de señales -exógenas y endógenas- que pueden dirigir el movimiento del foco atencional de forma igualmente eficaz. Una señal exógena es un evento externo -p. ej., la aparición súbita de un estímulo periférico- que dirige involuntariamente el foco atencional del sujeto hacia dicha localización. Si el estímulo se presenta en la ubicación señalada, las señales exógenas producen una rápida captura atencional que beneficia el rendimiento del sujeto, aunque sus efectos se disipan rápidamente. Alternativamente, una señal endógena se refiere a menudo a un símbolo que debe ser previamente interpretado antes de que ocasione un cambio voluntario o intencional en la atención hacia la localización designada -p. ej., una flecha que apunta en una dirección-, Al tener que ser interpretadas, las señales endógenas tardan más tiempo que las exógenas en iniciar el control atencional. Sin embargo, sus efectos sobre el rendimiento son más sostenidos y no se desvanecen de inmediato, sugiriendo que existe un control consciente e intencional del foco atencional (Klein y Shore, 2000).

Una variación de la metáfora del foco la constituye la *Teoría de la Integración de Características* (Treisman y Gelade, 1980). Esta teoría pretende

explicar los resultados obtenidos en tareas de búsqueda visual, en las que los sujetos deben detectar si un determinado estímulo relevante (*target*) está o no presente entre un conjunto de estímulos irrelevantes (distractores). En una primera etapa preatencional, esta teoría considera que las características definitorias de un estímulo (color, orientación, forma, etc.) son codificadas en paralelo (simultáneamente), en una especie de mapa de características. Así, localizar un *target* que se distingue de los distractores por una única característica puede llevarse a cabo, simplemente, recurriendo a este estadio preatencional (p. ej., buscar una T roja entre múltiples T verdes). Sin embargo, otras tareas más complejas necesitarán la participación de la atención focalizada, que se dirigirá a una zona específica y permitirá la combinación de las características aisladas allí presentes en objetos significativos. Por ejemplo, localizar un *target* que se distingue de los distractores por una combinación de características exige la participación de la atención focalizada (p. ej.: buscar una T roja entre múltiples H rojas y T verdes). Por este motivo, el rendimiento en estas últimas tareas se ve perjudicado conforme aumenta el número de distractores, pues estos deben ser ignorados según la atención se desplaza a lo largo del espacio para localizar el *target.*

La perspectiva alternativa a estas teorías y modelos basados en el espacio defiende que son los propios objetos las unidades primarias sobre las que opera la atención. Estos modelos *object-based* fueron propiciados al demostrarse que el procesamiento se dificultaba cuando la atención se dirigía hacia dos objetos diferentes bajo condiciones en las que los factores espaciales estaban totalmente equiparados. Tal vez, el modelo centrado en el objeto más conocido sea el de Duncan y Humphreys (1989). En este modelo, en un primer estadio selectivo se genera una representación visual de la escena que es segmentada en unidades semejantes a objetos significativos (*object-like units).* Este estadio de agrupamiento perceptivo opera en paralelo, a lo largo de todo el campo visual. En una fase posterior, se produce una interacción competitiva entre *inputs* provenientes de estas unidades segmentadas, que se dirigen selectivamente hacia la consciencia para facilitar la acción. Esta fase competitiva supone ponderar dichos *inputs* diferencialmente, dependiendo del grado de adecuación con la tarea que se está ejecutando.

Los estudios de *priming*[6] han proliferado, también, durante estos últimos años en el ámbito de la atención. En ellos, un estímulo previo *(prime*

[6] Vea en el Anexo II una descripción de las técnicas de *priming* positivo y *priming* negativo.

o preparador) precede a otro estímulo posterior ante el que el sujeto debe responder *(probé* u objetivo). El *prime* puede ser idéntico al *probé* o diferir en algunos atributos. Se han analizado dos efectos de *priming* (Neely, 1977; Posner y Snyder, 1975). El primero es un efecto de *priming positivo* o facilitación automática que surge, no sólo cuando *prime* y *probé* son idénticos, sino también en situaciones en que son diferentes. Por ejemplo, presentar durante 20 ms un dibujo facilitará su reconocimiento en una tarea posterior, en comparación con otros dibujos que no hayan sido previamente presentados. El segundo tipo de *priming,* el *negativo,* ha despertado un enorme interés entre los investigadores. En una tarea de este tipo, los sujetos responden a secuencias de pares de ensayos: ensayo*-prime* (primer ensayo presentado) y ensayo*-probé* (se presenta a continuación). Tanto en ensayos*-prime* como en ensayos*-probé* aparece un estímulo que debe ser atendido y otro que debe ser ignorado. El efecto del *priming* negativo se refiere a una ralentización de la respuesta en el ensayo*-probé* cuando el estímulo que tenía que ser ignorado en el *ensayo-prime* precedente es ahora el estímulo relevante al que se debe atender. Aunque en la actualidad continúa la controversia, como veremos detalladamente más adelante, se suele considerar que este fenómeno es atribuido a la puesta en marcha de mecanismos inhibitorios en el ensayo*-prime* que perduran y afectan al rendimiento en el ensayo*-probé.*

Otra perspectiva que ha gozado de enorme popularidad durante este periodo es la de la *selección para la acción.* Defendida originalmente por Neumann (1987) y Allport (1987), propone que las limitaciones atencionales no deben atribuirse a la presencia de un mecanismo de capacidad limitada (Broadbent) o de recursos limitados (Kahneman). En su lugar, estas limitaciones son debidas a la necesidad de coordinar la acción para asegurar que la información del estímulo controle la respuesta adecuada. Por ejemplo, un modelo aplicado es el EPIC (*Excecutive-Process/Interactive Control,* Meyer y Kieras, 1997a y b) que intenta explicar las limitaciones de las personas para realizar varias tareas a la vez en términos de deficiencias estratégicas, en lugar de en términos de limitaciones estructurales de capacidad.

Durante este periodo reciente de investigación se ha dedicado, también, un gran esfuerzo a aportar evidencia neuropsicológica sobre los mecanismos cerebrales que subyacen en la atención. La neurociencia cognitiva -una de cuyas áreas es la dedicada a la atención- ha experimentado grandes avances debidos al desarrollo continuado de las técnicas de registro

cerebral. Entre estas podemos citar el uso de los potenciales evocados, la tomografía por emisión de positrones y la resonancia magnética funcional. Estas técnicas, que se describirán en el siguiente capítulo, permiten registrar la actividad de las diferentes regiones cerebrales durante la ejecución de diversas tareas (p. ej., Leonards, Sunaert, Van Hecke y Orbam, 2000). Las aportaciones conjuntas de la investigación neuropsicológica y de la investigación conductual son las que permiten avanzar de una manera mucho más significativa, si cabe, en el estudio científico de la atención.

Finalmente, en estas últimas décadas se han producido avances destacados al trasladar las teorías y metodología de la psicología de la atención al ámbito aplicado. Aunque las aplicaciones de la psicología de la atención son numerosas, resulta obligado destacar dos áreas principales. La primera tiene que ver con la ergonomía en su más amplio sentido, abarcando desde el estudio de la interacción hombre-máquina a la mejora de las condiciones del puesto de trabajo. Algunos ejemplos incluyen el estudio de la carga mental impuesta por una tarea (Gopher, 1994) y el análisis de la consciencia situacional o comprensión por parte de una persona de la situación concreta en la que se encuentra inmerso (Endsely, 1995b). En ambos casos se han desarrollado sofisticadas técnicas de evaluación que expondremos oportunamente. La segunda área aplicada tiene que ver con la neuropsicología clínica, que se ha beneficiado sustancialmente de la aplicación de modelos cognitivos y métodos experimentales para describir e investigar las funciones atencionales alteradas en pacientes con daño cerebral.

Resumen

Durante siglos ha existido un amplio interés en el estudio de la atención. Originalmente, la atención fue tratada en el ámbito de los sistemas filosóficos generales interesados en el estudio de la relación mente-cuerpo. La mayor parte de filósofos enfatizaron la importancia de la atención para explicar qué contenidos accedían a la consciencia y cómo lo hacían.

La investigación empírica sobre atención, propiamente dicha, comienza en la segunda mitad del siglo xix. Uno de los mayores avances metodológicos de aquella época fue la incorporación de métodos basados en el

registro de tiempos de reacción. Aunque la mayor parte de estos estudios pioneros analizaron cuestiones provenientes del ámbito filosófico, la realidad es que generaron aportaciones que todavía son de interés en la investigación contemporánea sobre la atención.

Durante la primera mitad del siglo xx, debido por una parte a una falta de marco teórico en la caracterización del mecanismo atencional y, por otra, a que el grueso de la investigación psicológica dirigió su interés hacia dimensiones más conductuales, el estudio de la atención pareció quedar relegado a un segundo plano. No obstante, a pesar del reducido empeño, durante este periodo emergieron varias aportaciones significativas.

Desde mediados del siglo xx, la investigación sobre atención ha prosperado espectacularmente. Ello ha sido debido, en gran medida, al desarrollo de teorías y modelos propuestos bajo el marco teórico del procesamiento humano de la información. Desde entonces, el refinamiento de métodos y teorías propuestas ha ocasionado un impresionante avance en nuestra comprensión de la atención.

Una de las ideas que hemos intentado transmitir en este capítulo es que la investigación actual sobre la atención es deudora de los trabajos pioneros llevados a cabo en las épocas iniciales de la psicología. Posner (1982) lo describió muy elocuentemente, al afirmar lo siguiente:

> *Podemos contemplar en el área de la psicología de la atención un desarrollo acumulativo de conceptos teóricos. Muchos de ellos descansan en principios propuestos hace más de un siglo, que actualmente son elaborados bajo nuevas perspectivas que no estuvieron disponibles para los primeros investigadores* (pg. 168).

Además, Posner observa:

> *Lamentablemente, esta naturaleza acumulativa del trabajo sobre atención no es muy valorada. Esto es así, en parte, porque existe una debilidad para reconocer que los métodos utilizados en los estudios actuales provienen de descubrimientos del pasado y, también, porque la atención es un concepto que puede ser explorado en varios niveles,* (pg. 168).

Algunos descubrimientos acumulativos a los que Posner se refiere son: que cada operación mental requiere un periodo de tiempo que puede ser medido (Donders, 1868/1969), que dos eventos que acontecen próximos en el tiempo son procesados secuencialmente (Wundt, 1912), que los eventos internos pueden tener propiedades facilitadoras o inhibitorias (Pavlov,

1960) y que puede darse una orientación refleja hacia los estímulos (Sokolov, 1963). En conclusión, es nuestro deseo que este capítulo haya ayudado al lector a apreciar, por sí mismo, la importancia que ha tenido la investigación histórica sobre atención y a forjar los cimientos que ayuden a comprender las investigaciones en curso.

Ejercicios

1. ¿Qué importancia tiene el periodo filosófico para la investigación atencional posterior?
2. Describa las aportaciones de Wundt y Donders en el estudio de los procesos mentales.
3. ¿Cómo considera William James la atención?
4. Destaque las aportaciones más relevantes para la psicología de la atención en el periodo 1910-1949.
5. Destaque las aportaciones más relevantes para la psicología de la atención en el periodo 1950-1974.
6. Destaque las aportaciones atencionales más relevantes desde 1975.

CAPÍTULO 2

El estudio de la atención desde el procesamiento de la información

Esquema de contenidos

1. Introducción

El *procesamiento de la información* constituye una aproximación teórica cuyo objetivo es *analizar los diversos procesos cognitivos internos que median entre la presentación de un estímulo (input) y la emisión de una respuesta (output).* Como estos procesos mentales no son observables

directamente, los investigadores se han visto obligados a desarrollar diversas técnicas con el fin de detectarlos y explorar su naturaleza. En este capítulo se expondrán estas técnicas y paradigmas diseñados para estudiar el procesamiento de la información, que han permitido descubrir los mecanismos involucrados en la percepción, la clasificación y la emisión de respuesta ante la presencia de estímulos o eventos ambientales.

Tradicionalmente, las medidas conductuales más importantes para evaluar el rendimiento de las personas en tareas de procesamiento de la información han sido la velocidad de la respuesta y la precisión de la misma. Junto a ellas, y en la actualidad, el uso de medidas fisiológicas contribuyen también de forma significativa a hacer observable lo inobservable. Por ejemplo, midiendo la actividad eléctrica cerebral durante la realización de una tarea es posible determinar más directamente la fase o estadio de procesamiento que está siendo afectado por una manipulación experimental concreta. Asimismo, no debemos olvidar el espectacular desarrollo de las modernas técnicas de neuroimagen, que nos ha permitido conocer no sólo los procesos implicados en la cognición sino también el sustrato cerebral de los mismos.

2. La aproximación teórica del procesamiento de la información

El procesamiento de la información (PI) es un enfoque teórico que analiza los procesos cognitivos internos que median entre la recepción de un estímulo y la emisión de una respuesta. Observe la figura 2.1. Representa un diagrama de flujo o flujograma correspondiente a un modelo general de procesamiento. Este modelo contempla tres estadios básicos: (a) el *perceptivo* o de identificación del estímulo, (b) el de *selección de respuesta* o toma de decisiones (traslación estímulo-respuesta) y (c) el de *programación y ejecución* de respuesta. Desde el enfoque del PI se asume que estos estadios de procesamiento suceden uno tras otro, y que el resultado *-output-* de un estadio de procesamiento constituye la entrada *-input-* del siguiente. Para explicar la ejecución de una tarea o de una actividad en su totalidad, este modelo básico debería completarse con un mecanismo atencional y un sistema de memoria. El mecanismo atencional priorizaría o

seleccionaría ciertas fuentes de información en detrimento de otras. Por su parte, el sistema de memoria mantendría la información inmediata relevante para la tarea y almacenaría conocimientos que podrían recuperarse durante la ejecución posterior. Sin embargo, por el momento, este modelo básico de tres estadios nos es suficiente a modo de marco útil para explicar cómo ciertos factores pueden afectar al desempeño en una tarea.

Estímulo —• Identificación perceptiva t Selección de respuesta .> Ejecución de respuesta —• Respuesta

Figura 2.1. Modelo general de procesamiento de la información. Los estímulos son procesados a lo largo de tres estadios básicos diferentes: perceptivo, selección de respuesta (traslación estímulo-respuesta) y ejecución de respuesta.

Aunque la multitud de modelos específicos de PI difieren entre sí respecto a las propiedades atribuidas a cada uno de los estadios de procesamiento -p. ej., si se requiere atención durante el procesamiento, si los procesos particulares se pueden llevar a cabo de forma secuencial o simultánea, los modos en que un proceso afecta a otro, etc.-, todos ellos admiten la idea básica de que el PI puede ser descrito adecuadamente mediante diagramas de flujo o *flujogramas* que incorporan un mayor o menor número de estadios o actividades de procesamiento separadas.

2.1. La teoría de la información

Una idea fundamental del enfoque del PI es que el ser humano no sólo actúa como un receptor de información sino también como un transmisor. Dicho de otra manera, el ser humano puede ser considerado de manera análoga a un canal de información (Shannon y Weaver, 1949). Y al igual que sucede en otros canales de información (p. ej., una línea telefónica) ahora también es posible contemplar una tasa de transferencia de la información y una eficiencia de la transmisión. Por ejemplo, imagine el caso de un operador de una centralita (en una central de control de procesos industriales o en una central de emergencias) cuya misión es la de transmitir la información recibida, procedente de diversas fuentes, hacia otros trabaja-

dores situados en diversas ubicaciones. El rendimiento del operador dependerá de la calidad de la información que reciba de las fuentes originales, así como de la velocidad y fiabilidad de su material técnico. Pero a su vez, su rendimiento también se verá afectado por la rapidez y por la precisión con la que sea capaz de transmitir la información hacia otros operarios. En definitiva, describir la tasa de transmisión de la información y su eficiencia obliga a cuantificarla. Una vez cuantificada podremos examinar el tiempo que ocupa recibirla y transmitirla.

¿Qué es la información? Técnicamente, la teoría de la información admite que existe información cuando existe cierta *incertidumbre* sobre lo que puede suceder. En concreto, la información reduce la incertidumbre. Suponga que nuestro operador de la central comete un error al enviar el mensaje recibido desde una fuente a esa misma fuente. Si ello ocurriera, la fuente original no escucharía nada nuevo a lo que ya conoce; por lo tanto se podría concluir que el operador no ha transmitido ninguna información. Es decir, como no existe reducción de incertidumbre no se transmite información.

La cantidad de información que transmite un estímulo dependerá, en parte, del número de posibles estímulos que pueden aparecer en una situación dada. Por ejemplo, si presentamos repetidamente el mismo estímulo no cabe una reducción de la incertidumbre sobre qué estímulo aparecerá a continuación; es decir, el estímulo no transmitirá información alguna. Pero si aparecen diversos estímulos al azar, existirá cierta incertidumbre sobre cuál será el siguiente que se presente, por lo que, en este caso, los estímulos sí que transmitirán información.

Cuantificando la información. La cantidad de información presente en un estímulo se expresa habitualmente en *bits*[1] (¿mary digi/). Cuando los estímulos son igualmente probables el número de bits de cada uno es calculado como el logaritmo, en base 2, del número de alternativas del estímulo: es decir, $\log_2(N)$, donde N es el número de alternativas. Por ejemplo, el lanzamiento de una moneda al aire tiene dos resultados posibles: cara o cruz. Una vez que ha caído la moneda la incertidumbre se reduce y se transmite un *bit* de información [$\log_2(2)$]. Si son dos las monedas lanzadas

[1] No debe confundirse *bit* con *byte*. Son medidas diferentes. El *bit* es la información necesaria para discernir entre dos alternativas (p. ej. el lanzamiento de una moneda transmite un *bit* de información). El *byte* (proviene del inglés *bite*, bocado, mordisco) hace referencia al número de *bits* que un sistema de computación (ordenador) puede manejar y, frecuentemente, es una medida de almacenamiento de la información.

simultáneamente encontramos cuatro posibles resultados (siendo x=cara, +=cruz obtenemos **xx, ++, x+, +X),** por lo que ahora son dos *bits* de información los transmitidos con el resultado del lanzamiento [log,(4)].

Pues bien, al igual que la información presente en un estímulo puede ser cuantifícada en ***bits,*** con la respuesta transmitida por nuestro operador sucede algo semejante. Si las respuestas del operador correlacionan perfectamente con el estímulo recibido -de tal forma que un observador externo es capaz de deducir qué estímulo se presentó si se le dice la respuesta-, podemos concluir que toda la información del estímulo es transmitida fiablemente por el operador. Por ejemplo, en el caso del lanzamiento de la moneda, imagine que usted no puede ver el lanzamiento pero un observador que sí asiste al acto le informa del resultado. Si este observador es capaz de ver todos y cada uno de los lanzamientos y es cuidadoso en comunicarle los resultados, la información transmitida será la misma que la información presente en el estímulo (es decir, usted conocerá el resultado de cada lanzamiento simplemente escuchando al observador). Sin embargo, si el observador comete un error -dice cara cuando el resultado fue cruz- la información contenida en el estímulo se perderá y la información transmitida se verá reducida.

La ley de Hick-Hyman. Durante los años cincuenta y sesenta del siglo pasado se llevaron a cabo muchos experimentos para analizar la eficiencia de las personas en tareas de PI. Dicha eficiencia se ha descrito a menudo como una tasa de transmisión de la información expresada en bits por segundo *(bit/*s). Esta tasa fue utilizada para comparar, por ejemplo, la eficacia de diferentes tipos de codificación o la eficiencia exhibida por dos operadores diferentes. En el capítulo anterior ya hicimos mención a una de las leyes generales de rendimiento humano: la de Hick-Hyman. Si se recuerda, esta ley relaciona el rendimiento en una tarea con la información transmitida (Hick, 1952; Hyman, 1953). Conforme a esta ley, el tiempo de reacción (TR) en una tarea está linealmente relacionado con la cantidad de información transmitida. Dicho de otra forma, dados un conjunto de estímulos con igual probabilidad de aparición, y manteniendo constante el nivel de desempeño del sujeto, el TR se incrementará en una cantidad constante cada vez que se duplique el número de estímulos, reflejando la pendiente de la recta resultante la eficiencia del PI. Este resultado se puede observar en la figura 2.2. Observe allí también que la pendiente es más pronunciada cuando la relación entre estímulo y respuesta es arbitraria (p. ej. decir "Juan" ante la presentación del número 6) que cuando la respuesta es

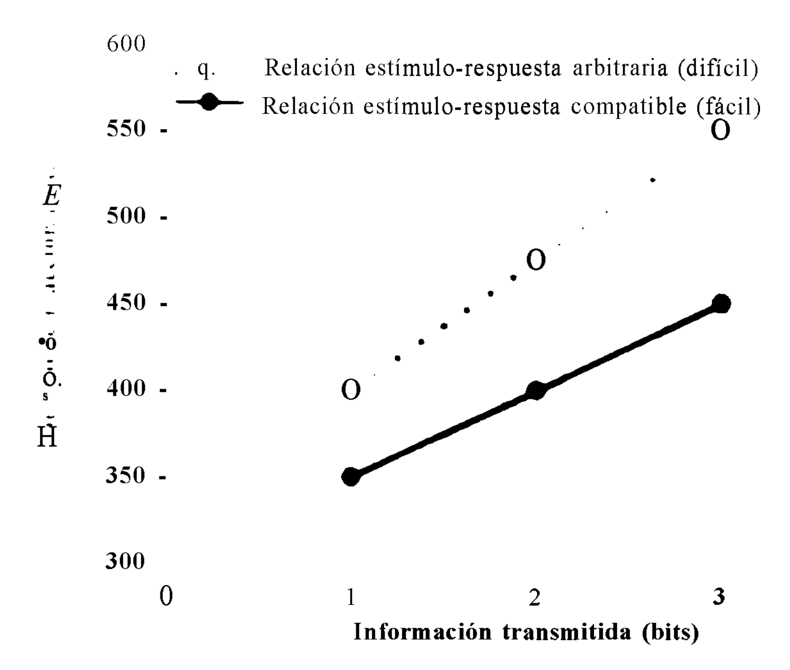


Figura 2.2. Relación entre tiempo de reacción y transmisión de la información, de acuerdo a la ley de Hick-Hyman.

compatible con el estímulo (p. ej., decir "seis" ante la presentación del número 6).

3. La energía del procesamiento: el *arousal*

Hasta aquí hemos expuesto la dimensión estructural del PI, que entiende el transcurrir de la información como paso o tránsito desde un estadio de procesamiento a otro. Sin embargo, el procesamiento necesita, además, de una especie de capacidad o recursos mentales, a modo de energía, que lo haga posible. Al igual que, en el plano biológico, todos los procesos orgánicos dependen de la disponibilidad de oxígeno y glucosa en la sangre, en un plano psicológico todos los procesos requieren de algún tipo de capacidad, recurso o energía, de ahí que alcanzar, a veces, determinadas metas complejas nos exija "poner más empeño o esfúerzo". Una de las maneras en las que se ha entendido esta especie de energía ha sido como *arousal.*

Por *arousal* se entiende el nivel general de activación de un organismo que determina, en un momento dado, su disposición para actuar. La relación entre *arousal* y rendimiento fue analizada por Yerkes y Dodson hace ya más de un siglo, en 1908. En su trabajo entrenaron a ratones a discriminar entre dos compartimentos o pasillos -uno claro y otro oscuro-, de tal forma que el animal debía siempre acceder al más claro pues, de lo contrario, recibía una descarga eléctrica. La dificultad de la tarea se manipuló alterando el contraste de luz entre ambos corredores. Tal y como cabría esperar, se descubrió que, cuanto más fácil era la discriminación luminosa entre los compartimentos, mucho más rápido aprendía el ratón a acceder a la zona iluminada y a evitar la zona oscura (se necesitaban menos ensayos para aprender). Además, en esta condición fácil, cuando el animal se equivocaba y accedía al compartimento oscuro, la rapidez del aprendizaje fue ligeramente proporcional a la intensidad de la descarga eléctrica suministrada (figura 2.3, Condición II). Sin embargo, cuando se dificultó la discriminación entre los pasillos, el incremento de la intensidad de la descarga no siempre ocasionó un aprendizaje más rápido. En estos casos (ver Condiciones I y III en la figura 2.3), la relación entre el tiempo para aprender a discriminar y la intensidad de la descarga adoptó una especie de forma en U, obteniéndose los mejores resultados de aprendizaje con una descarga moderada. En definitiva, mientras que en la condición más sencilla la discriminación entre los compartimentos se podía aprender con relativa facilidad -tanto con baja como con alta estimulación eléctrica- en las condiciones de dificultad media y elevada se obtenía el mejor rendimiento con una intensidad moderada del choque eléctrico.

Esta relación entre activación (*arousal)* y rendimiento ha sido denominada Ley *de Yerkes-Dodson.* En su publicación original, estos investigadores representaron gráficamente los resultados como se indica en la figura 2.3, es decir, teniendo en cuenta el número de ensayos necesarios para aprender (a mayor número de ensayos peor rendimiento). Por esta razón, la representación gráfica de la relación se asemeja a una especie de U, tal como hemos descrito. Sin embargo, con posterioridad, el rendimiento en el eje de ordenadas se ha dispuesto de forma creciente a partir del origen: de peor a mejor rendimiento, lo que hace que se invierta la representación gráfica original. Desde entonces, se dice que la Ley de Yerkes-Dodson *propone una relación entre la activación y el rendimiento en forma de U invertida,* representando el pico superior de la U invertida el punto o meseta en el que se obtendría el mejor rendimiento, que se correspondería con

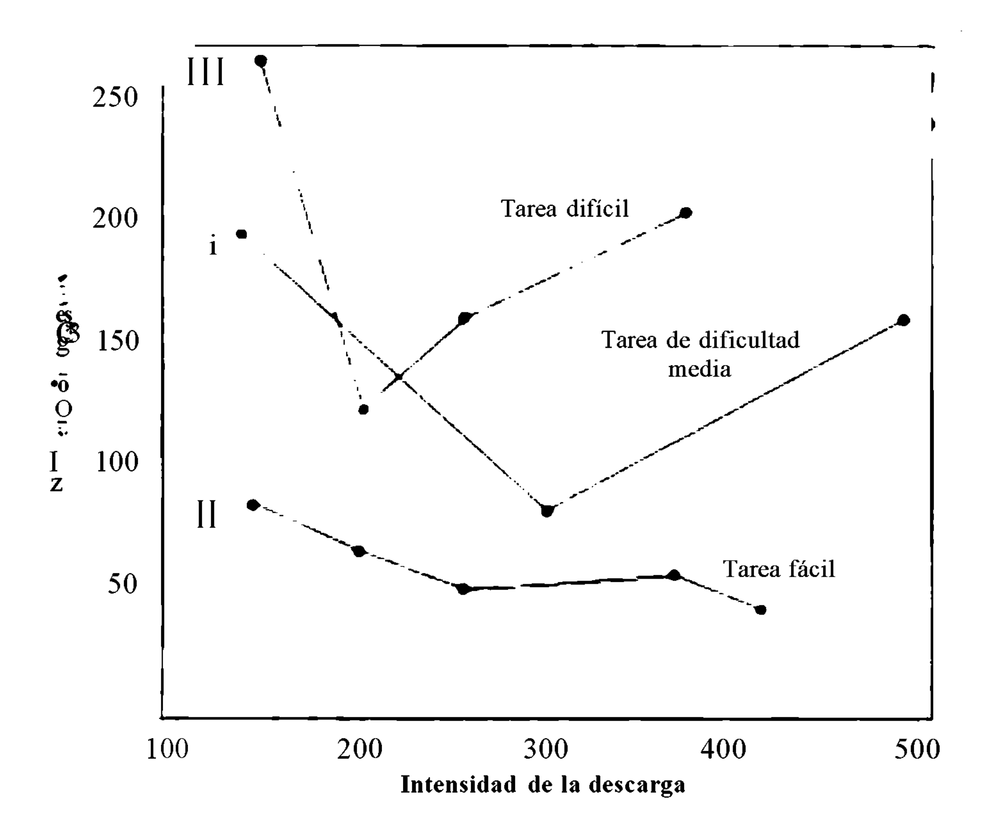


Figura 2.3. Número de ensayos necesarios para el aprendizaje en función de la intensidad de la descarga y de la dificultad de la tarea.

Fuente: Adaptado de Yerkes y Dodson, 1908.

niveles moderados de activación. Así, si retomamos el experimento original, incrementar la activación del animal mediante un aumento progresivo de la descarga eléctrica generó un nivel de *arousal* óptimo para ejecutar la tarea sencilla, pero el nivel de *arousal* óptimo se superó (más allá de la meseta de la U invertida) para la tarea más complicada.

Algunos autores han defendido que los niveles de *arousal* afectan al rendimiento porque determinan el número de fuentes o señales informativas que pueden ser vigiladas (Easterbrook, 1959). Según esta propuesta, un alto nivel de *arousal* permite ser más selectivos con la información y es beneficioso cuando se tienen que controlar unas pocas señales relevantes a la vez que ignoran otras distractoras. Por el contrario, un nivel bajo de *arousal* ocasiona un mejor rendimiento cuando deben vigilarse muchas

señales informativas. Equiparando esta propuesta con la selectividad atencional concluiríamos que un alto nivel de *arousal* favorece una alta selectividad permitiendo, por ejemplo, focalizar la atención en el *input* relevante e ignorar todo lo demás; por su parte, un bajo nivel de *arousal* disminuye la selectividad atencional y permite distribuir la atención entre múltiples fuentes de información.

3.1. *Arousal y* rendimiento: variables moduladoras

Con posterioridad al trabajo de Yerkes y Dodson, la relación entre el *arousal* y el rendimiento ha sido explorada frecuentemente utilizando una *tarea de tiempo de reacción serial*[2] (SRTT *-Serial Reaction Time Task-* Wilkinson, 1963). En esta tarea, los sujetos deben responder, pulsando la tecla correspondiente, ante el encendido de una de las cinco luces dispuestas horizontalmente. Utilizando esta tarea, se ha descubierto que algunas de las variables que afectan negativamente al nivel de *arousal* -ruido, sueño, tiempo desempeñando la tarea, alcohol- incrementan los errores de respuesta y el tiempo de reacción. Alternativamente, otras variables que se asocian con altos niveles de *arousal* -incentivar el rendimiento, realizar la tarea en periodos tardíos del día- pueden, sin embargo, mejorar el desempeño de los sujetos (Parasuraman, 1984).

El rendimiento en tareas SRTT se ha explorado bajo condiciones de ruido y pérdida de sueño (Wilkinson, 1963). La presencia de *ruido* disminuye el rendimiento en sujetos que han dormido adecuadamente, aunque mejora el rendimiento de sujetos sometidos a privación de sueño. Estos resultados son consistentes con la relación en forma de U invertida entre activación y rendimiento que propone la Ley de Yerkes-Dodson. Tras un sueño normal, el ruido genera un exceso de *arousal* (lado derecho de la U invertida) que ocasionaría una disminución en el rendimiento. Por el contrario, en situaciones de privación de sueño, el ruido compensa los bajos niveles de *arousal* elevándolos hacia la meseta de la U invertida. Relacionado con el ruido, un hallazgo que puede parecer contraintuitivo -pero coherente con la hipótesis de los niveles de *arousal-* demuestra que *ofrecer incentivos* al sujeto por un correcto desempeño en tareas SRTT contri-

[2] Véase en el Anexo II una descripción detallada de la tarea SRTT.

buye a incrementar los efectos perjudiciales del ruido: si el *arousal* generado por el ruido resulta excesivo y por lo tanto perjudicial, ofrecer incentivos empeorará más la ejecución pues éstos incrementarán el ya de por sí elevado nivel de *arousal*.

La *duración de una tarea* SRTT (p. ej., incrementando el número de ensayos) también influye sobre el nivel de *arousal*. A priori, cuanto más tiempo se dedique a ejecutar la tarea el nivel de *arousal* debiera disminuir debido al cansancio. Si así fuera, los efectos negativos del ruido -que elevan el *arousal*- debieran ser contrarrestados progresivamente según aumenta el tiempo dedicado a la tarea. Broadbent (1971), no obstante, observó que esta hipótesis distaba de ser perfecta y no siempre se cumplía. Para explicar las inconsistencias Broadbent abandonó la noción de *arousal* unitario y propuso, en su lugar, la presencia de dos tipos diferentes de *arousal: arousal* inferior y *arousal* superior. El *arousal inferior* fue equiparado con la noción de *arousal* cortical y le afectarían variables de estado, como el ruido y la privación de sueño. Por su parte, el *arousal superior* facilitaría todas aquellas operaciones estratégicas, controladas por el sujeto, encaminadas a corregir los niveles infraóptimos o supraóptimos del *arousal* inferior. Este mecanismo superior sería semejante a una especie de "esfuerzo" cognitivo (Kahneman, 1973; Sanders, 1983). Broadbent supuso que este mecanismo superior llega a debilitarse según se incrementa el tiempo dedicado a la tarea, disminuyendo así la capacidad del sujeto para compensar los niveles de *arousal* inferior excesivamente altos o excesivamente bajos. Por lo tanto, si los efectos de la privación del sueño y el ruido pueden contrarrestarse adecuadamente por el mecanismo superior durante los primeros bloques de ensayos de una tarea, este mecanismo pierde efectividad según transcurre la ejecución de la misma.

Por último, un trabajo de Anderson y Revelle (1982) también ilustra cómo algunas variables que afectan al nivel de *arousal* pueden exacerbar o minorar los efectos producidos por otras variables. En su experimento, el nivel de *arousal* se manipuló seleccionando a sujetos altos o bajos en impulsividad y, también, mediante la administración de cafeína (versus una sustancia placebo). Una alta impulsividad refleja bajos niveles de *arousal* (vea el cuadro 2.1 para una explicación), mientras que la cafeína generalmente incrementa el nivel de *arousal*. Se descubrió que la cafeína mejoró el desempeño de los sujetos con alta impulsividad porque ayudó a elevar su bajo nivel de *arousal* hacia un nivel óptimo. Por el contrario, el desempeño de los sujetos con baja impulsividad fue peor al administrarles

Cuadro 2.1.

Impulsividad y *arousal*: el TDAH

Puede resultar contraintuitivo considerar que las personas impulsivas disponen de un nivel bajo de *aroüsal.* Esta paradoja es especialmente evidente en personas diagnosticadas de *trastorno por déficit de atención con hiperactividad* (TDAH). Las personas que padecen este déficit exhiben excesiva impulsividad, problemas para focalizar la atención e hiperactividad. En torno al 70% de los diagnosticados suelen ser tratados con éxito prescribiendo metilfenidato y anfetaminas. Es decir, niños excesivamente activos, impulsivos y con gran facilidad para distraerse, lo son mucho menos cuando, paradójicamente, toman sustancias estimulantes que, por definición, incrementan la actividad motora espontánea. Un aspecto clave para llegar a entender esta paradoja es analizar cómo afectan los estimulantes a la conducta distraída y la hiperactividad.

Cuando se suministra un estimulante a un organismo con bajo nivel de *arousal,* éste último se eleva y la persona llega a focalizar mejor la atención, haciéndose más selectivo y menos distraído. Dado que la conducta distraída y la hiperactividad están vinculadas (una excesiva distracción puede ocasionar una actividad excesiva: cambios de orientación, aproximación, etc.), se puede deducir que si reducimos los niveles de distracción de una persona conseguiremos disminuir su hiperactividad e impulsividad, aumentando su capacidad para inhibir ciertas tendencias no deseadas a actuar de una determinada manera.

Ciertos estudios apuntan a que los bajos niveles de *arousal* están vinculados con TDAH y la impulsividad. A su vez, la falta de sueño se asocia también con la presencia de un nivel bajo de *arousal* y puede, también, ocasionar síntomas parecidos a los del TDAH. De hecho, Chervin et al. (2002) han descubierto que, durante la infancia y la temprana adolescencia, la somnolencia durante el día puede estar relacionada con la conducta hiperactiva e impulsiva. Si, además, el niño ronca el riesgo de mostrar hiperactividad se duplica. Por lo tanto, vinculando TDAH y falta de sueño, se podría sugerir la conveniencia de una intervención poco ortodoxa para aquellos diagnosticados de TDAH: dado que el ronquido está frecuentemente causado por una apnea, la cual puede deberse a la presencia de amígdalas de gran tamaño, extirpar las amígdalas podría, en algunos casos, mejorar el cuadro de TDAH.

cafeína porque sus niveles de *arousal* eran ya óptimos y la cafeína lo que hizo fue exacerbarlos (Humphreys y Revell, 1984).

3.2. Un modelo de procesamiento inspirado en sistemas energéticos

Sanders (1983, 1997) propuso un modelo ampliado de procesamiento de la información en el que, junto a estadios de procesamiento, contempló la participación de sistemas energéticos. Observe en la figura 2.4 cómo los

diferentes estadios de PI disponen de relaciones particulares con mecanismos energéticos relacionados con el esfuerzo. Esta propuesta se inspira en el modelo básico de procesamiento descrito en un apartado anterior y, como tal, contempla una primera etapa de procesamiento perceptivo que abarca dos estadios (preprocesamiento del estímulo y extracción de características), un segundo estadio de selección de respuesta y un último estadio de ejecución de respuesta (denominado ajuste motor).

Más allá de los aspectos estructurales, lo más relevante del modelo es la incorporación de tres sistemas energéticos diferentes: *arousal,* activación y esfuerzo. Como se observa en la figura 2.4, un mecanismo de evaluación vigila continuamente los niveles de *arousal* y de activación y, a partir de ellos, puede incrementar el esfuerzo, lo que, a su vez, afectaría a dichos niveles de *arousal* y activación. También se observa que el preprocesamiento de un estímulo puede incrementar el nivel de *arousal* lo que, asimismo, afectaría al estadio posterior relacionado con la extracción de características. Por otro lado, el sistema de esfuerzo -*grosso modo* equiparable al procesamiento consciente- tiene influencia directa sobre la eficacia en la selección de la respuesta más apropiada para la tarea en curso. Finalmente, el mecanismo de activación -que puede ser interpretado como un estado de preparación o disposición para responder- influye sobre el ajuste motor o ejecución real de la respuesta.

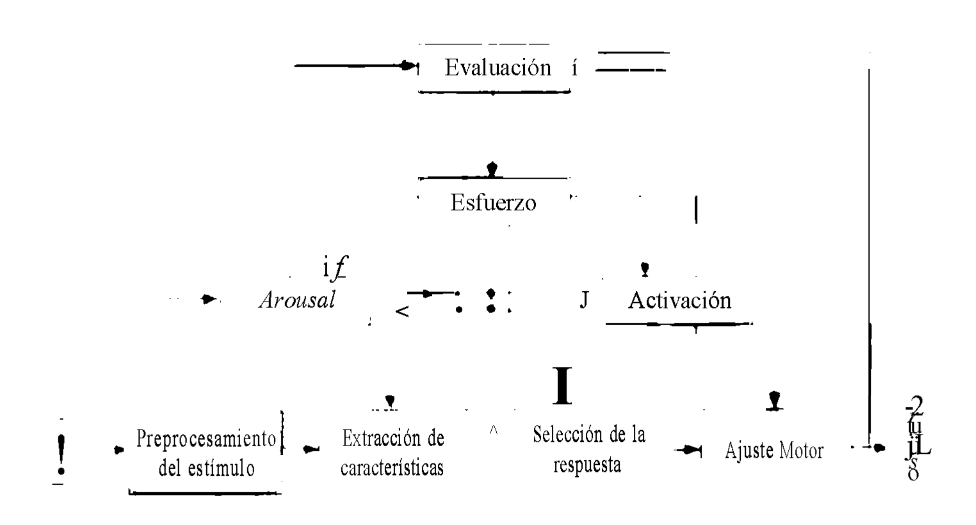


Figura 2.4. Modelo de Sanders de los sistemas energéticos y su relación con el procesamiento de la información humano.

Fuente: Sanders, 1983. Reproducido con permiso de Elsevier.

4. Medidas conductuales del procesamiento

La mayor parte de tareas utilizadas para estudiar la atención desde la perspectiva del procesamiento de la información requieren que los sujetos respondan lo más rápidamente posible, pero vigilando a su vez la precisión, es decir, evitando los errores. Aunque algunas otras medidas -como la presión o fuerza con la que se emita una respuesta- son utilizadas esporádicamente como variables dependientes, las medidas conductuales más frecuentemente empleadas son, por lo tanto, el tiempo de reacción y la precisión de la respuesta.

4.1. Tiempo de reacción (TR)

El tiempo de reacción[3] (TR) es el *tiempo que trascurre desde la presentación de un estímulo hasta la emisión de la respuesta correspondiente.* Sin lugar a dudas, el TR es una de las medidas conductuales más empleadas en psicología experimental. Aunque habitualmente se mide recurriendo a una respuesta del tipo todo o nada (tiempo que se tarda en presionar un botón o en comenzar a pronunciar una palabra), puede también referirse, por ejemplo, al tiempo necesario para iniciar un movimiento o para ejercer una cantidad predefinida de fuerza.

La ejecución de la respuesta debe ser considerada como el resultado final de un proceso cognitivo que se inicia con la presentación de un estímulo o evento. Un factor que puede influir sobre el TR es la *predisposición de la persona a responder.* Por ejemplo, para un atleta, el TR de salida consiste en el intervalo de tiempo que transcurre entre el disparo del juez y el momento en el que abandona los tacos de salida. Sin embargo, la alta concentración y disposición del atleta para ejecutar una excelente salida ocasiona, a veces, las salidas en falso (antes del disparo). Con el propósito de arañar unas milésimas de segundo a sus tiempos de carrera, los atletas entran en un alto estado de disposición para correr, lo que puede

[3] El Anexo II expone las principales variantes de tareas de TR. Es importante que se conozcan las diversas tareas de TR desde este momento, pues suponen el fundamento de cualquier experimento psicológico sobre atención en el que se registra la velocidad y precisión de la respuesta.

ocasionar la ejecución de la respuesta antes de la presentación del estímulo (el disparo). Al igual que en el atletismo, una forma de estudiar en el laboratorio esta predisposición de respuesta consiste en introducir una señal de alerta previa a la aparición del estímulo, con un intervalo temporal aleatorio. Esta señal de alerta advierte que el estímulo va a aparecer. Los investigadores han descubierto que presentar muy brevemente dicha señal (menos de 150 ms) antes de la presentación del estímulo contribuye a disminuir el TR, pero tiende a incrementar los errores (Bertelson, 1967). Es decir, una alta disposición a responder por parte de sujeto en un experimento (al igual que en el atleta) puede disminuir el TR, pero a costa de repercutir negativamente sobre la precisión (al igual que la salida en falso del corredor).

Otro aspecto importante a tener en cuenta en un experimento es que el TR ante un estímulo no es constante, sino que varía de ensayo a ensayo. Por ejemplo, la figura 2.5 representa la distribución de tiempos para un sujeto en una tarea de TR simple. En lugar de ser una curva normal simétrica, se aprecia que la distribución está sesgada hacia la derecha. En otras palabras, la mediana de la distribución se ubica a la izquierda de la media. Este sesgo aparente en la distribución del TR tiene que ver, en parte, con la naturaleza de la medida: el tiempo está limitado por el valor 0 en la

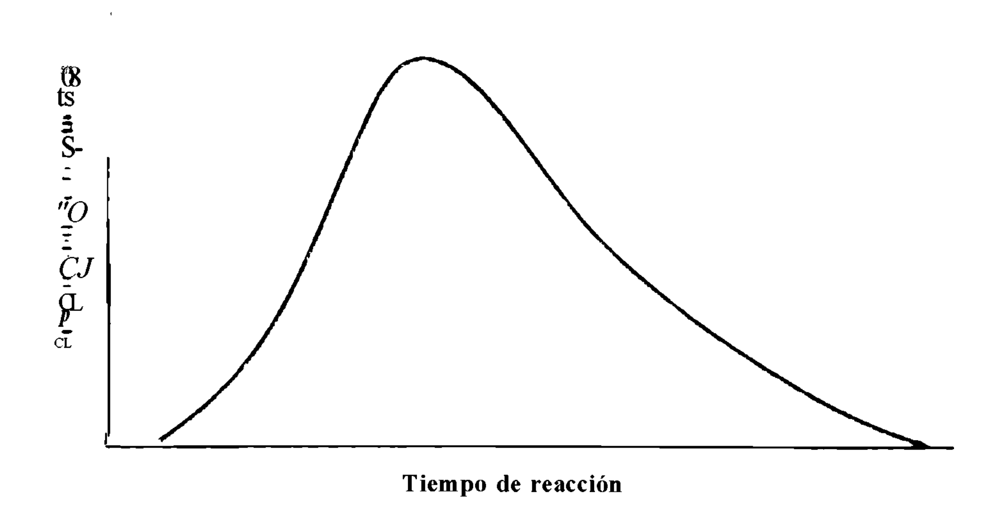


Figura 2.5. Distribución típica en tareas de tiempo de reacción simple.

izquierda de la curva pero no tiene límite por la derecha (el tiempo es infinito). Por lo tanto, en una distribución de TR las variaciones aleatorias del mismo no siguen una distribución normal. Aunque las distribuciones de TR obtenidas en un experimento se espera que tengan un cierto sesgo hacia la derecha, la mayor parte de investigadores optan por "cortar", a partir de un valor, aquellos TR extremos del sujeto antes de proceder al análisis de datos (p. ej., los ocasionados por pérdidas momentáneas de atención o momentos de fatiga). Igualmente, los TR demasiado rápidos conforme a la lógica del experimento (p. ej., menores que 100 ms) también son eliminados, pues se consideran que reflejan respuestas anticipatorias ("adivinatorias") más que respuestas efectivas ante la presentación del estímulo.

4.2. Precisión de respuesta

Además del TR, la precisión de respuesta también es utilizada como variable dependiente. En este caso se suele calcular la proporción o porcentaje de respuestas correctas, o bien la proporción o porcentaje de errores. Un aspecto importante durante la interpretación de los datos de precisión es que la posibilidad de cometer un error depende del número de alternativas de respuesta: cuantas más alternativas de respuesta existan, más bajo será el porcentaje de respuestas correctas debidas al azar.

El equilibrio velocidad-precisión. Desde finales del siglo xix se conoce que la velocidad y la precisión de respuesta están estrechamente vinculadas (Woodworth, 1899), de manera que enfatizar una de ellas afectará negativamente a la otra. Aunque por norma general el TR es la variable dependiente de mayor interés en un experimento, también es habitual registrar medidas de precisión. La ventaja de recurrir a ambas medidas es que nos permiten determinar si se ha producido algún efecto en el llamado balance o *equilibrio velocidad-precisión (speed-accuracy trade-off).* Por norma general, el TR y la precisión están inversamente relacionados, de modo que, un incremento de la velocidad de las respuestas en una tarea irá acompañado de una reducción en la precisión en las mismas (mayor tasa de errores). La figura 2.6 representa una típica función de equilibrio velocidad-precisión. La forma en S indica que cuando el TR es moderadamente rápido, cualquier disminución en el mismo irá acompañado de un coste

en la precisión. De forma semejante, si la precisión de respuesta es moderadamente elevada, ésta sólo puede ser incrementada a costa de aumentar el TR. Por lo tanto, cuando los investigadores proporcionamos a un sujeto, durante un experimento, la instrucción típica de "responda lo más rápidamente posible, pero evite los errores", le estamos diciendo, implícitamente, que encuentre un punto óptimo en la función de equilibrio velocidad-precisión. En definitiva, existe un equilibrio entre la velocidad y la precisión si TR rápidos van acompañados de tasas de errores elevadas, y viceversa. Cuando esto sucede no es posible concluir si las diferencias obtenidas entre condiciones experimentales son debidas a las manipulaciones incorporadas por el experimentador en la tarea o, simplemente, a que el sujeto, en cada condición, ha adoptado un criterio o punto diferente en la función de equilibrio[4].

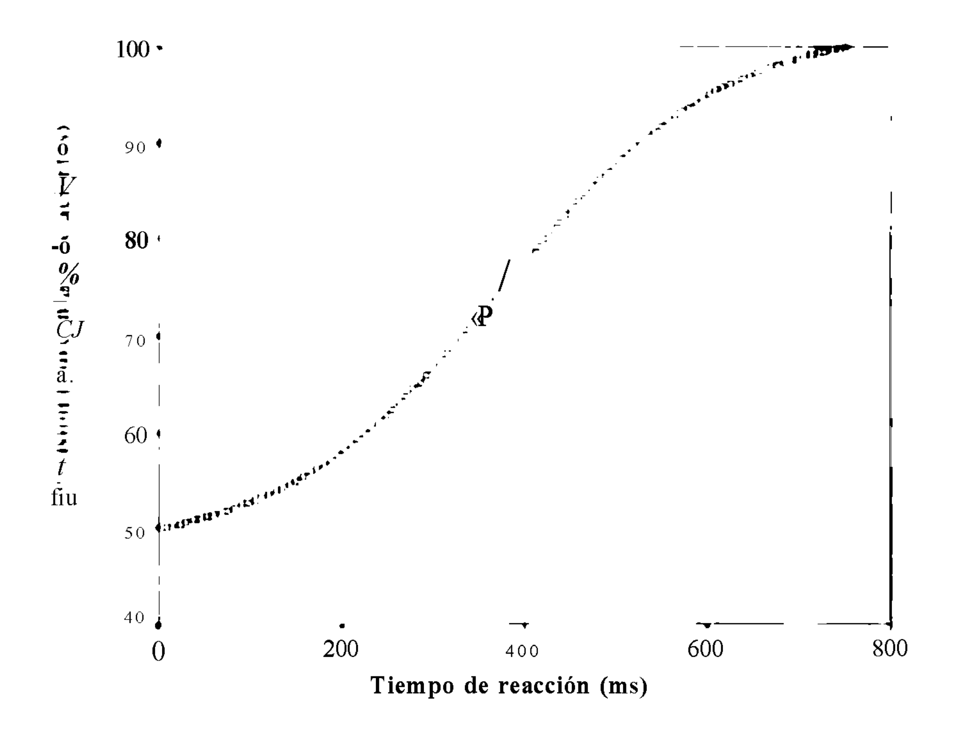


Figura 2.6. Función de equilibrio o de balance velocidad-precisión.

[4] Suponga un experimento con dos condiciones experimentales, A y B, entre las que aparecen diferencias significativas en las medidas recogidas. Condición A: TR

5. Medidas psícofisiológicas: potenciales evocados

Cada vez es más frecuente completar las medidas conductuales del procesamiento -tiempo de reacción y precisión de la respuesta- con medidas de los procesos fisiológicos que subyacen al mismo. Las medidas psicofisiológicas más habituales registran las fluctuaciones de diferencia de potencial en el cerebro y se obtienen mediante la colocación de electrodos sobre el cuero cabelludo de los sujetos. Por ejemplo, la electroencefalografía (EEG) registra el procesamiento neuronal que ocurre en un intervalo temporal determinado, aunque como tal no es una técnica muy informativa respecto a qué procesos concretos están actuando. Por esta razón, para delimitar con mayor precisión el rango de actividad cerebral en un momento concreto, se suelen calcular los llamados potenciales evocados (ERJP, *event relatedpotential).*

Un ERP se calcula promediando numerosos ensayos de EEG a partir de un evento concreto, que suele ser la presentación de un estímulo. Al promediar entre sí los ensayos se elimina el ruido aleatorio, así como cualquier otra actividad eléctrica que no guarde relación temporal con el procesamiento del estímulo. La onda promedio obtenida es el ERP y refleja, exclusivamente, la actividad neuronal resultante del procesamiento del estímulo presentado. En la figura 2.7 se pueden observar las diversas posiciones del cuero cabelludo sobre las que se ubican los electrodos para registrar la actividad eléctrica. Estas posiciones se referencian según las áreas cerebrales que registran. Por ejemplo, las posiciones sobre las áreas frontales incluyen F3, Fz y F4; las de las áreas centrales son C3, Cz y C4; las de las parietales P3 y P4; y para las occipitales las ubicaciones son 01 y 02. Por lo tanto, los ERP se pueden calcular para cada una de estas regiones.

Componentes del ERP. Los ERP disponen de una ventaja frente a las medidas conductuales clásicas: al ser una medida obtenida de forma con-

medio = 520 ms, porcentaje de error = 7%. Condición B: TR medio = 350 ms, porcentaje de error = 16%. Con estos datos aparentemente podría existir un equilibrio velocidad-precisión (TR lento/mayor precisión; TR rápido/menor precisión;). Es decir, en estos casos es problemático saber si el rendimiento en cada condición ha sido debido a la manipulación de la variable independiente o bien a que los sujetos han adoptado, en la función velocidad-precisión, un criterio más conservador en A y otro más arriesgado en B.

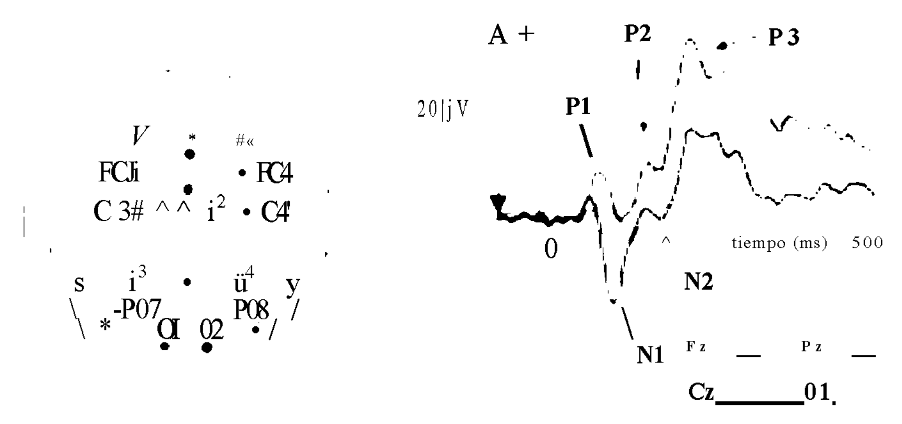


Figura 2.7. (Izquierda) Localización de los electrodos sobre el cuero cabelludo para la medida del EEG según el sistemas de Pivik et al. (1993). (Derecho) ERP ante una señal visual en función la localización de los electrodos.

tinua entre la presentación de un estímulo y la emisión de la respuesta, su registro permite evaluar de forma precisa el transcurso temporal de los mecanismos atencionales. En la figura 2.7 se representa un registro típico de potenciales de un sujeto que ha respondido ante la presentación de un estímulo visual. Tanto la amplitud como la latencia de los diversos componentes del ERP pueden asociarse a eventos cognitivos específicos. Estos componentes del ERP se designan mediante las letras N o P para indicar si dicho componente tiene un voltaje negativo o positivo, respectivamente, seguido de un número que indica el orden serial de ese componente (p. ej., NI es el primer componente negativo). Dado que los diversos grupos de investigación siguen diferentes convenciones, es necesario observar el eje de ordenadas del ERP para conocer si se han representado los valores positivos arriba y los negativos abajo, o a la inversa.

Durante la ejecución de tareas visuales, en los ERP se observan diversos componentes característicos, positivos y negativos: NP80 -pequeño componente de oscilación negativa a positiva que emerge unos 80 ms después de la presentación del estímulo-, Pl, NI, P2, N2 y P3, según su orden temporal de aparición. Los componentes más tempranos (NP80, Pl y NI) reflejan principalmente un procesamiento abajo-arriba (es decir, procesamiento dirigido por el estímulo). Por ejemplo, el componente NP80 depende de la posición de presentación del estímulo visual y suele registrarse en la corteza visual estriada, área

encargada del procesamiento visual temprano (Clark y Hillyard, 1996). El componente P1 es sensible a la lateralidad de la presentación, por lo que es de mayor magnitud en el hemisferio contralateral a la presentación del estímulo (Heinze et al., 1994). Finalmente, el NI parece estar vinculado a operaciones que discriminan la información relevante de la irrelevante (Vogel y Luck, 2000). Este componente NI exhibe una mayor amplitud para los estímulos atendidos que para los ignorados, lo que sugiere que la atención actúa amplificando el procesamiento visual temprano (Luck y Girelli, 1998).

Uno de los componentes más estudiados es el tercer componente positivo o P3 (también denominado P300 o P3b). Este componente registra su máxima amplitud en el electrodo Cz y suele obtener su máximo pico entre 330 y 600 ms después de la presentación del estímulo. Se supone que el P3 refleja la evaluación o categorización cognitiva del estímulo y su pico máximo coincide con el momento final de dicha evaluación (Donchin et al., 1978). Además, algunos trabajos también han demostrado que este componente es sensible a la actividad cognitiva relacionada con la emisión de la respuesta (Verleger, 1997). En este sentido, los estímulos que se encuentran dentro del foco atencional provocan un P3 solamente si son relevantes para el desempeño de la tarea, es decir, cuando son *targets* y se debe responder ante ellos, pero no tanto cuando son distractores y deben ignorarse (Hillyard y Kutas, 1983).

La relación del componente P3 con el *target* relevante se observa claramente durante la utilización del *paradigma oddball* (paradigma de la rareza)[5], uno de los más empleados en investigación con ERP (se retomará en capítulos posteriores). Consiste básicamente en presentar un estímulo estándar -visual o auditivo- que se repite de forma reiterada (p. ej., un sonido de una frecuencia concreta). Ocasionalmente, aparece un estímulo diferente (un *oddball* con frecuencia diferente) y el sujeto debe, o bien detectarlo, o bien indicar cuántas veces se ha presentado dicho *oddball*. Pues bien, en aquellos ensayos en que aparece el *oddball* se observa claramente la emergencia de un componente P3. En estos casos, la amplitud de este componente P3 se cree que refleja procesos involucrados en la actualización de la memoria (Donchin y Coles, 1988) pues sólo cuando aparece el *oddball* se supone que la memoria para el mismo

[5] Para una descripción detallada, véase el Anexo II dedicado a paradigmas experimentales.

necesita actualizarse. Es importante advertir no obstante que la amplitud del P3 puede verse afectada por muchas otras variables, tales como la complejidad de la tarea o la intensidad del estímulo presentado (Johnson, 1993).

El paradigma *oddball* también se ha empleado para examinar cómo afecta cambiar las propiedades acústicas de un estímulo auditivo que debe ignorarse (Atienza, Cantero y Gómez, 2000). A la vez que se ejecuta una tarea relativamente pasiva, como es leer un texto, se presentan una serie de tonos de corta duración (p. ej., tonos de 60 ms y una frecuencia de 1000 Hz). Ocasionalmente aparece un tono discordante *oddball* con una intensidad, duración o frecuencia ligeramente alterada (p. ej., 1032 Hz en lugar de los 1000 Hz). Si se analiza la diferencia entre los ERP generados por el tono estándar y por el tono *oddball* se suele descubrir que esta diferencia es mucho mayor en las áreas frontocentrales del cerebro. A esta diferencia se le denomina *potencial de disparidad (mismatch negativity)* y parece ser el resultado de un proceso preatencional que registra la "disparidad o desajuste" existente entre el nuevo *input* sensorial (el *oddball)* y la representación en la memoria sensorial auditiva del estímulo estándar (Náátanen, 1992).

6. Técnicas de neuroimagen

Los ERP nos ofrecen datos precisos sobre el transcurso temporal del procesamiento de la información, pero no nos suministran información acerca de las áreas cerebrales concretas involucradas en una actividad o tarea determinada. Para ello, necesitamos recurrir a las técnicas de neuroimagen, que nos permiten observar la actividad cerebral relacionada con la ejecución de las tareas.

Dos técnicas de neuroimagen ampliamente utilizadas son la *tomografía por emisión de positrones* (PET) y la *resonancia magnética funcional* (RMf). En ambas, las personas realizan una tarea en el interior de un escáner (por ejemplo, una tarea de atención selectiva). La actividad cerebral registrada durante la ejecución de esta tarea se sustrae de la actividad registrada en un periodo de línea base (en el que no se realiza la tarea atencional) consiguiendo aislar la actividad que es propia del proceso de interés. Se obtiene, así, una imagen de la actividad cerebral asociada con

los componentes de la tarea específica (en el ejemplo, los componentes atencionales).

En la PET, el participante inhala o se le inyecta un marcador radioactivo[6]. Estas moléculas marcadas (en la mayor parte de las ocasiones $H_2{}^{15}0$), al desplazarse a través del flujo sanguíneo cerebral regional (rCBF, del inglés *regional Cerebral Blood Flow),* pueden utilizarse para medir el metabolismo del cerebro. Las imágenes obtenidas señalan aquellas zonas cerebrales en las que el flujo sanguíneo se incrementó para suministrar más oxígeno. Se supone que estas áreas que muestran un incremento en el rCBF están involucradas en la ejecución de la tarea cognitiva requerida. La PET puede ser muy sensible a diferencias metodológicas entre tareas y, dada la naturaleza de la respuesta vascular, es una técnica limitada en resolución espacial (Corbetta, 1998).

Las imágenes obtenidas mediante RMf están basadas en las características magnéticas de los diferentes niveles de oxígeno en sangre, obtenidos en la respuesta BOLD (*Blood oxygen level-dependent).* Aquellas regiones cerebrales que se activan durante la ejecución de una tarea o proceso cognitivo requieren una mayor cantidad de oxígeno que es suministrado a través de la sangre. Este incremento en el nivel de oxígeno en sangre se registra en la RMf recurriendo a las propiedades magnéticas de la sangre y los tejidos circundantes (véase Haxby, Courtney y Clark, 1998, para una explicación detallada del uso de la RMf en el estudio de la atención). Contrariamente a lo que sucede en la PET, la RMf no es una técnica invasiva, aunque el tiempo en el interior del escáner puede generar cierta incomodidad. Las imágenes obtenidas por resonancia magnética tienen una elevada resolución espacial, de en torno a 1 mm, y cada vez disponen de mayor precisión en el dominio temporal. Incluso es posible estudiar respuestas BOLD ante eventos únicos (p. ej., estudiar la respuesta a diferentes estímulos en una tarea), utilizando una técnica conocida como *RMf ligada a eventos (event-related JMRI* -D'Esposito, Zarahn y Aguirre, 1999-).

Otra técnica para cartografiar la actividad neuronal es la *magnetoencefalografia* (MEG). Esta se fundamenta en las características del campo magnético generado por las corrientes dendríticas (Downing, Liu y Kan-

[6] Agua marcada con oxígeno-15 que es un isótopo radioactivo.

wisher, 2001). Aunque la resolución temporal de esta técnica es relativamente detallada y precisa, la resolución espacial no lo es. Dicho de otra forma, es difícil vincular la señal magnética a una zona cerebral concreta más allá de grandes regiones, como por ejemplo "área posterior izquierda" o "área posterior derecha".

Otra técnica empleada para localizar el sustrato cerebral de las funciones psicológicas es la *estimulación magnética transcraneal* (TMS). La utilización de esta técnica conlleva la emisión de breves pulsos electromagnéticos mediante una bobina eléctrica que, aplicada en una zona determinada del cráneo, interfieren con el tejido neuronal subyacente. La aplicación de dichos pulsos se realiza, o bien antes, o bien durante la ejecución de una tarea cognitiva (Steward, Ellison, Walsh y Cowey, 2001). Se considera que una TMS de baja frecuencia (< 1 Hz) ocasiona una lesión virtual, es decir, una limitación transitoria en la zona cerebral afectada que afectaría negativamente a la ejecución de la tarea. Por otra parte, una TMS de alta frecuencia (>5 Hz) podría incrementar la actividad neuronal, mejorando de esta manera el rendimiento en la tarea concreta (Wassermann y Lisanby, 2001).

En conclusión, las técnicas de neuroimagen se aplican para estudiar, con cierto detalle y con una resolución moderadamente alta, las características funcionales del cerebro humano sano (Uttal, 2001). Aunque la resolución temporal no es muy elevada, estas técnicas evolucionan hacia una mayor precisión conforme aumenta su sofisticación. Con su ayuda, nuestros conocimientos sobre los sustratos cerebrales de la atención se han incrementado sensiblemente en las últimas décadas.

Resumen

Este capítulo ha expuesto las principales técnicas utilizadas para el estudio de la atención y el desempeño humano en tareas de procesamiento de la información. Concebir al ser humano como un procesador de información ha sido de gran utilidad para la investigación empírica y el desarrollo teórico. Un modelo general de procesamiento de la información, organizado en tres simples estadios, nos aporta un marco adecuado para organizar el debate en torno a determinadas cuestiones, tales como la fina-

lidad de la atención y sus efectos. Este sencillo modelo de tres estadios lo retomaremos en capítulos posteriores para discutir asuntos importantes, como son el lugar en el que opera la selección atencional, la localización del cuello de botella durante el procesamiento o el desempeño humano durante la realización de tareas concurrentes. Conforme se discutan nuevos temas atenciones, se ofrecerá al lector una explicación detallada del tipo de procesamiento implicado, así como del papel que desempeña la atención durante dicho procesamiento.

Existen un amplio conjunto de técnicas disponibles para explorar los mecanismos involucrados en la selección atencional y el procesamiento de la información, así como los factores que les afectan. Las técnicas conductuales se interesan por el resultado observable del procesamiento de la información; en ellas se evalúa el desempeño observable del sujeto registrando la velocidad y la precisión con la que se ejecuta una tarea. Por su parte, las técnicas electrofísiológicas y de neuroimagen se utilizan para analizar los mecanismos subyacentes del procesamiento, facilitándonos una panorámica de la actividad cerebral existente durante la ejecución de una tarea. Estas técnicas resultan útiles para explorar y confirmar hipótesis acerca de los mecanismos atencionales y sus bases cerebrales. Las técnicas introducidas en este capítulo aparecerán, recurrentemente, a lo largo del libro al describir la naturaleza de la atención y el papel que ejerce en el desempeño humano.

Ejercicios

1. ¿Qué es el procesamiento de la información? Describa los tres estadios básicos del modelo general de procesamiento.
2. Explique los postulados básicos de la teoría de la información. ¿Qué es la información? ¿Cómo se cuantifica?
3. ¿Qué postula la ley de Hick-Hyman?
4. Explique en qué consiste la Ley de Yerkes-Dodson.
5. Describa el paradigma SRTT y explique qué variables afectan al desempeño en función del *arousal* del organismo.
6. ¿Qué es el equilibrio o balance entre velocidad y precisión?

7. En potenciales evocados, ¿qué registran los componentes tempranos (NP80, P1, N1) y el P300? Relacione el componente P300 con la tarea *oddball.*
8. ¿En qué consiste la resonancia magnética funcional (RMf)?

CAPÍTULO 3

Atención selectiva visual

Esquema de contenidos

1. Introducción
2. Funciones de la atención selectiva
   2.1. Selección para la percepción
   2.2. Selección para la consciencia
   2.3. Selección para la acción
3. El lugar de la selección: el debate temprano-tardío
   3.1. La selección temprana (*early-selection view)*
   3.2. La selección tardía (*late-selection view)*
   3.3. El debate: ¿es la selección temprana o tardía?
4. La metáfora del foco atencional
   4.1. Ajustando el tamaño del foco atencional: la lente-zoom
   4.2. Desplazando el foco atencional
   4.3. Foco atencional y naturaleza de las regiones espaciales
5. La metáfora del gradiente atencional
6. El control atencional del córtex frontal

   Orientación abierta y encubierta

8. Orientación exógena y endógena

g Atención orientada al espacio vs atención orientada al objeto
   9.1. ¿Es el espacio "especial"? (*space-based)*
   9.2. Atención dirigida a los objetos (*object-based)*

10. Búsqueda visual
   10.1. La teoría de la integración de características (TIC)

Resumen

Ejercicios

1. Introducción

Nuestras acciones transcurren en un ambiente repleto de fuentes de estimulación competitivas, lo que nos obliga a seleccionar algunas de ellas e ignorar el resto si pretendemos exhibir una conducta coherente. Si atendiéramos a todo lo que nos rodea, estaríamos permanentemente distraídos, confusos y, por lo tanto, seríamos incapaces de llevar a cabo acciones de forma ordenada. De hecho, desde un punto de vista adaptativo, sólo necesitamos ser conscientes de una pequeña parte de los objetos que nos circundan, lo que nos permite atenderlos y actuar ante ellos eficazmente.

Ya expusimos en el primer capítulo que William James (1890/1950) entendía la concentración y la focalización como propiedades esenciales de la atención. Pero, aunque nos parezca evidente que la *atención selectiva* es necesaria, determinar el lugar, el momento o los objetos sobre los que se aplica dicha selección sigue siendo un tema controvertido. A veces, la selección de la información parece ocurrir en una fase temprana del procesamiento visual, por ejemplo, cuando ante una presentación visual muy breve unos estímulos son procesados por ocupar una posición y otros ignorados por ubicarse en otra zona diferente. En otras ocasiones, la selección no parece actuar hasta que la información percibida ha alcanzado algún grado de procesamiento o elaboración semántica. En este caso, incluso la información que transmiten aquellos estímulos que deben ser ignorados puede, sorprendentemente, llegar a influir sobre el desempeño en una tarea.

Este capítulo tiene por objeto analizar la atención selectiva en la modalidad visual. A lo largo de sus apartados vamos a responder a cuestiones interesantes, tales como: ¿En qué fase del procesamiento se requiere la atención para seleccionar la información? ¿Qué seleccionamos: regiones del espacio visual o los objetos en sí mismos? ¿Qué hace que la selección de la información sea más sencilla o más dificultosa?

2. Funciones de la atención selectiva

A lo largo de este libro veremos que los científicos han puesto enorme interés por conocer cómo se manifiesta la atención. Sin embargo, existe una cuestión previa a la que debemos tratar de responder: ¿para qué es

necesaria la selectividad atencional? Vamos a revisar ahora, sintéticamente, las tres principales aproximaciones que tratan de dar respuesta a la misión de la atención selectiva.

2.1. Selección para la percepción

Una primera posibilidad es entender la atención como mecanismo necesario *para percibir el mundo.* Como nuestro sistema perceptivo tiene una capacidad limitada de procesamiento, se necesita la atención para seleccionar un conjunto limitado de estímulos del total disponible, que serán procesados perceptivamente. Por lo tanto, desde este punto de vista la atención tendría por misión restringir el acceso del *input* estimular y evitar, así, una sobrecarga del sistema perceptivo.

A su vez, la atención también es responsable de combinar las características aisladas que definen los objetos, tales como sus contornos, colores o ubicaciones. Si esta integración no se realizara adecuadamente o no se hiciese de forma simultánea para todos los objetos presentes en el medio, el resultado sería una especie de cóctel combinatorio de características que complicaría sobremanera el reconocimiento visual de los mismos (Treisman y Gelade, 1980). Este problema, denominado *problema de la integración,* puede ser resuelto recurriendo a la atención. La atención serviría, ahora, para seleccionar una zona o región limitada del espacio, lo que permitiría exclusivamente *combinar las características* allí ubicadas en objetos que nos resultasen significativos.

2.2. Selección para la consclencia

En el primer capítulo señalábamos que una de las funciones originalmente atribuidas a la atención era la de elevar a la consciencia la información percibida. Por lo tanto, la atención desempeñaría un importante papel en el proceso por el que objetos llegan a hacerse conscientes (Wundt, 1907b). Bajo este punto de vista, un objeto no atendido puede haberse proyectado en nuestra retina e, incluso, haber sido procesado hasta un nivel que posibilite su identificación (p. ej.: a un nivel semántico); pero la atención sería necesaria para registrar conscientemente los resultados de este

procesamiento. Dicho de otra forma, esta nueva perspectiva entiende que la atención selectiva serviría para *hacernos conscientes de la presencia de objetos o eventos.*

2.3. Selección para la acción

Finalmente, algunos investigadores sostienen que, en lugar de limitar el acceso de la información a un sistema visual de capacidad limitada, la selección atencional se precisa para *restringir las posibles acciones que debemos emitir en respuesta al medio.* Y es que, aunque nuestros sentidos son capaces de registrar multitud de estimulación diferente, los sistemas efectores[1] (o sistemas de respuesta) exhiben una limitación pues, habitualmente, sólo pueden ejecutar una única acción a la vez (Allport, 1987). Por esta razón, varios autores entienden que la selección atencional no es tanto debida a la presencia de límites en el procesamiento perceptivo, sino a la necesidad de controlar correctamente nuestras acciones (Neumann, 1987; véase también Gibson, 1941). En la mayor parte de tareas que realizamos, solamente una forma de emitir la respuesta tiene la prioridad, dado que el cerebro tiende a evitar *"el caos conductual que resultaría de ejecutar simultáneamente todas las posibles acciones para las cuáles exista una causa"* (Neumann, 1987, p. 374). Por lo tanto, desde esta perspectiva, la atención se necesitaría para *seleccionar la acción adecuada* sobre la base de la información estimular entrante.

3. El lugar de la selección: el debate temprano-tardío

Acabamos de exponer las tres principales perspectivas que tratan de explicar por qué la selección de la información es necesaria. A partir de

[1] De forma genérica, un sistema efector se refiere a cualquier sistema orgánico de respuesta o acción motora. Por ejemplo, la acción de un dedo con el que presionamos un botón de respuestas, el movimiento del pie para presionar un pedal, la puesta en marcha de los procesos articulatorios vocales para responder en voz alta, durante un experimento, "sí" o "no", girar la cabeza en uno u otro sentido, etc. Evidentemente, si respondemos

ellas se ha suscitado en la comunidad científica un debate[2] acerca del nivel de procesamiento necesario para que la atención selectiva entre en juego. Dicho de otra manera: ¿hasta qué nivel deben procesarse los estímulos antes de que se seleccione una parte de ellos en detrimento de otros? ¿Es suficiente un nivel precategorial de procesamiento o más bien se precisa un procesamiento semántico?

La psicología admite que el procesamiento de la información se inicia extrayendo las características visuales básicas, tales como la forma, la orientación o el color de los ítems que se nos exponen en una presentación estimular. En este nivel, la información recibida es *precategorial*, es decir, el significado del estímulo no se ha procesado todavía (los ítems no se han asignado a categorías significativas). En un momento posterior, coincidiendo con un procesamiento de más alto nivel, los estímulos son interpretados, es decir, se les asigna un nombre (p. ej.: manzana), una categoría (p. ej.: fruta), o una acción (p. ej.: comer). Este nivel de procesamiento tardío se denomina habitualmente procesamiento *semántico* o procesamiento *postcategorial*. La pregunta, por lo tanto, consiste en dilucidar en cuál de estos dos niveles actúa la selección: ¿en el temprano o en el tardío?

3.1. La propuesta de selección temprana *(eorly-selection view)*

El modelo del filtro. Donald Broadbent (1958) fue pionero en aportar evidencias a favor de la selección temprana de la información. Este investigador consideró el procesamiento humano de la información de forma análoga a un canal de transmisión de información con capacidad limitada. Su propuesta se inspiró en los desarrollos acontecidos, por aquel entonces, en el ámbito de la teoría de la información que, como explicamos en el capítulo 2, constituyó un interesante marco teórico para modelar la trans-

presionando un pulsador con el dedo índice es evidente que ese mismo dedo no puede ser utilizado para emitir otra respuesta simultánea. Además, si debemos responder con el dedo índice de la mano derecha para indicar que dos estímulos son iguales, y con el dedo índice de la mano izquierda para decir que son diferentes, se supone que un mecanismo atencional selectivo debe responsabilizarse, una vez presentado el estímulo, de elegir la respuesta adecuada e inhibir la inadecuada.

[2] Véase el Anexo I (Glosario) para una descripción genérica del debate temprano-tardío.

ferencia informativa. Broadbent se percató rápidamente de las posibilidades de dicha teoría y la utilizó para cuantificar el procesamiento humano.

Broadbent intentó especificar el punto o momento a partir del cual el procesamiento de la información quedaba limitado (cuello de botella o *bottleneck*), lo que obligaba a atender selectivamente una información en detrimento de otra. Inspirándose en experimentos de escucha dicótica[3] (se detallarán en el capítulo 4), observó que los sujetos podían perfectamente atender a un canal (el mensaje presentado en un oído) e ignorar el otro canal (el mensaje del otro oído/ Estas observaciones le llevaron a proponer que *la atención operaba seleccionando la información en un nivel precategorial, temprano, recurriendo a propiedades físicas básicas, tales como la ubicación espacial del estímulo (oído izquierdo o derecho), el tono o la intensidad del sonido.* Esta propuesta teórica de Broadbent es conocida como *teoría del filtro.* Conforme a ella, un filtro selectivo evita que el canal que está siendo procesado sufra sobrecarga ocasionada por la información proveniente del canal ignorado. La misión del filtro consiste, por lo tanto, en seleccionar la información relevante a partir de ciertas características básicas -que en la modalidad auditiva podrían ser la localización, el tono o la intensidad del mensaje- y bloquear el resto. Por ejemplo, en la modalidad visual la selección temprana de la información explicaría cómo un conductor en una autovía muy transitada es capaz de atender selectivamente a las señales de tráfico, que se distinguen por su situación, color o forma, e ignorar las vallas publicitarias o marquesinas a lo largo de la ruta.

La figura 3.1 representa el modelo del filtro. Observe que toda la información procedente de los sentidos accede, en un primer momento, a un almacén en el que puede ser mantenida por un breve periodo de tiempo (almacén a corto plazo). De toda la información allí albergada, solamente la que se selecciona por el filtro (la relevante, la del oído atendido) es capaz de atravesarlo y acceder al canal de capacidad limitada, en donde es identificada. Los resultados de este análisis identificativo son enviados a un sistema de emisión de respuestas (el almacén motor que controla los

[3] Véase el Anexo II (Técnicas). De forma genérica, mediante auriculares se presentan dos mensajes simultáneos, pero diferentes, a cada oído (canales de información). Si el interés es analizar la atención selectiva, la tarea requerida al sujeto suele ser la de atender a un canal (mensaje relevante) e ignorar el otro canal (mensaje irrelevante).



Figura 3.1. Modelo atencional de selección temprana de Broadbent (teoría del filtro).

efectores) y, también, son utilizados para actualizar las expectativas en torno a lo que se prevé que pueda ocurrir en una situación determinada. En definitiva, la teoría del filtro de Broadbent es una *teoría de selección temprana,* pues considera que *la atención selecciona la información en estadios relativamente tempranos del procesamiento, antes de identificarla y otorgarle un significado.*

El filtro atenuado. Aunque nuestra capacidad para seleccionar la información es impresionante, a veces dista de ser perfecta. En el ejemplo de la conducción por la autovía, podría suceder que un anuncio muy llamativo, o ajustado a nuestros intereses, nos distrajera. Este tipo de distracciones suelen acontecer cuando se presenta como estímulo algún evento relevante para la persona, como por ejemplo, en un experimento de escucha dicótica, cuando el sujeto escucha pronunciar su nombre en el oído no atendido. Dicho de otra manera, en ocasiones, cierta información potencialmente relevante consigue atravesar el filtro selectivo, a pesar de que debe ser ignorada. Estos hallazgos, que describiremos con más detalle en el capítulo siguiente, llevaron a Anne Treisman (1960) a proponer una *teoría del filtro atenuado.* Para esta investigadora, no es adecuado contemplar el filtro selectivo temprano como un mecanismo rígido del tipo todo o nada, que bloquea completamente la información no deseada, tal como afirmaba Broadbent, sino que es más correcto entenderlo como un mecanismo que se limita a *reducir o atenuar la intensidad de los estímulos no atendidos.* En condiciones normales, esta información atenuada que debe ignorarse no accederá a nuestra consciencia, pero si es familiar entonces es capaz de superar el umbral para ser identificada conscientemente (tal como sucede cuando escuchamos pronunciar nuestro nombre en el oído no atendido).

3.2. La propuesta de selección tardía *(late-selection view)*

No mucho tiempo después de que surgieran las propuestas de la selección temprana, Deutsch y Deutsch (1963) y Norman (1968) defendieron que no existía límite alguno durante el procesamiento de la información hasta el mismo nivel categorial. Es decir, la selección de la información no actúa en un momento temprano a través de un filtro (que, a veces, puede fallar tal como hemos indicado), sino que *la selección ocurre en fases posteriores una vez que los estímulos ya han sido identificados.* Contrariamente a los defensores de la selección temprana, los partidarios de la selección tardía entienden que la atención no es necesaria para identificar los ítems, sino que se necesita en una fase posterior para crear una representación duradera de los mismos y seleccionar la respuesta adecuada. Es decir, vemos y escuchamos toda la información, pero si no le prestamos atención decaerá rápidamente y no seremos conscientes de ella. En resumen, las teorías de la selección tardía consideran que *toda la información es procesada hasta un nivel semántico,* y posteriormente se selecciona la relevante. Esto explicaría por qué una información no atendida -pero relevante para la persona, como escuchar su propio nombre- puede llegar a ser identificada.

3.3. El debate: ¿es la selección temprana o tardía?

Muchos estudios aportan evidencias favorables a la selección temprana de la información, casi tantos como aquellos que defienden la selección tardía.

Evidencia favorable a la selección temprana. Un ejemplo de trabajo que demuestra cómo la atención selectiva es necesaria para la identificación de un estímulo es el de Pashler (1984). A sus sujetos les presentó varias letras simultáneamente. Una de ellas se señalizó mediante una marca o señal visual (una barrita debajo de ella) y el participante debía identificarla y nombrarla lo más rápidamente posible. Se descubrió que, el hecho de que esta señal, que marcaba la letra relevante, se presentara 200 ms antes que los estímulos, a la vez o 300 ms más tarde, no afectaba en absoluto al tiempo de identificación de la letra señalada. Es decir, incluso en la condición de 300 ms en la que los sujetos tenían tiempo extra para visualizar y procesar varios ítems, la identificación de la letra señalada no

daba comienzo hasta después de aparecer la señal. Por lo tanto, la señal era necesaria para seleccionar la información relevante (la letra concreta) antes de que fuera identificada posteriormente.

Otro trabajo parecido, también favorable a la selección temprana, es el de Yantis y Johnson (1990). Utilizando presentaciones circulares semejantes a la de la figura 3.2, se solicitó a los sujetos que dirigieran su atención a la posición señalizada por una línea o barrita para indicar si en ella se ubicaba una letra *target* determinada (p. ej.: la letra T). Las respuestas para identificar esta letra fueron más rápidas cuando se señalizó la posición que cuando no se hizo. Es decir, una vez más los resultados indicaban que la señal dirigía la atención hacia una región del espacio con objeto de seleccionar el estímulo allí presente para, posteriormente, identificarlo.

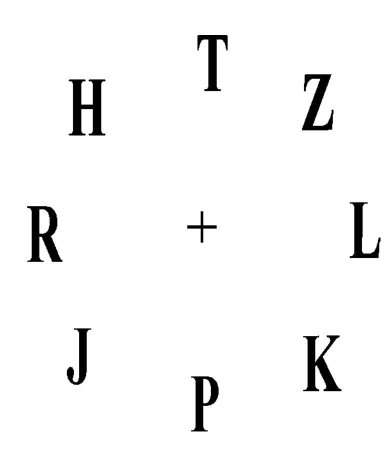


Figura 3.2. Ejemplo del tipo de disposición circular empleada habitualmente en estudios sobre despliegue atencional.

Evidencia favorable a la selección tardía. Los resultados de Yantis y Johnson (1990) son coherentes con la perspectiva de la selección temprana, pues sostienen que se precisa la atención para, primeramente, seleccionar el estímulo y, posteriormente, identificarlo. Sin embargo, otros trabajos son coherentes con la idea de selección tardía. Varios investigadores creen ahora que toda la información expuesta en el campo visual puede ser procesada en paralelo, sin necesidad de recurrir al mecanismo atencional. La atención selectiva operaría en una fase más tardía, cuando fuera preciso seleccionar la respuesta a emitir (Shiffrin, Diller y Cohén, 1996).

Shiffrin y sus colegas utilizaron una tarea similar a la de Yantis y Johnson, en la que introdujeron alguna variación. Como se observa en ambas filas de la figura 3.3, utilizaron pares de presentaciones constituidas por ocho letras: una presentación previa *(prime)* antecedía a otra presentación posterior (*target*). El sujeto simplemente debía indicar si en la posición señalizada de la presentación *target* (la marcada por una línea) se ubicaba o no un estímulo concreto (p. ej.: la letra X). En algunos ensayos, el *prime* mostraba un estímulo idéntico al *target* en la posición señalizada (otra X), pero en otros era diferente (p. ej.: una E, tal como el ejemplo de la figura 3.3). Los resultados mostraron que si la letra *prime* y la letra *target* eran idénticas la identificación de esta última era más rápida que cuando ambas letras eran diferentes, y esto ocurría siempre, con independencia de que la señal que marcaba la posición del *target* apareciera antes de la presentación *prime* (fila superior) o justamente después de ella (fila inferior).

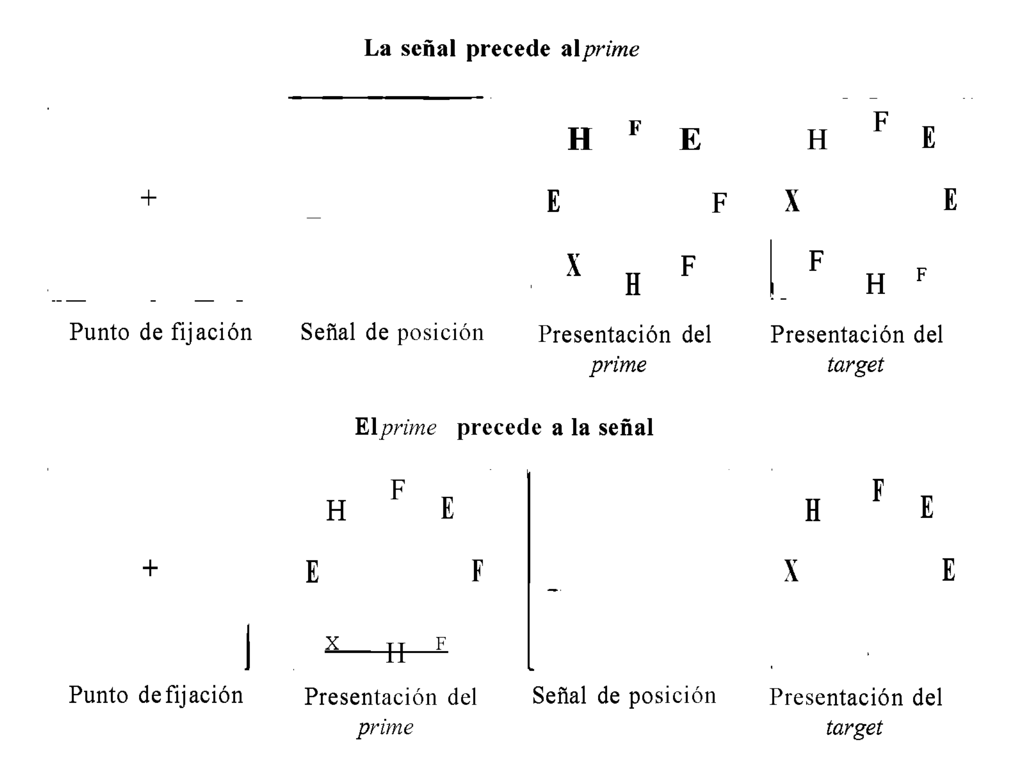


Figura 3.3. Tipo de presentación estimular similar a la empleada en el estudio de Shiffrin, Diller y Cohén (1996) sobre condiciones compatibles de señalización. El *target* es la letra X en la presentación de los *targets.* El tiempo entre la señal de la localización, la presentación del *prime* y del *target* variaba a lo largo del experimento.

El hecho de que una letra *prime* idéntica al *target* facilite la tarea, con independencia del momento en que aparezca la señal selectiva, sugiere que todos los ítems de la presentación *prime* fueron procesados e identificados hasta cierto punto. Es decir, la identificación de los estímulos fue anterior a la actuación del mecanismo selectivo ejercido por la señal, que fue necesario simplemente para seleccionar la respuesta correcta una vez expuesto el *target* (indicar si apareció o no una X). Estos hallazgos, en definitiva, favorecen la perspectiva de la selección tardía, pues demuestran que la selección atencional ocasionada por la línea acontece con posterioridad a que la información haya sido categorizada.

Soluciones híbridas: la carga perceptiva. Ante la discrepancia de resultados entre una selección temprana y tardía, han surgido explicaciones alternativas e integradoras desde las que se defiende que el tipo de selección (temprana o tardía) depende de la denominada *carga perceptiva*[4] (Lavie y Tsal, 1994). Según esta propuesta de la investigadora Nilli Lavie, la selección temprana sería apropiada cuando la presentación estimular dispusiera de una alta carga perceptiva. En estos casos la selección temprana de la información evitaría la interferencia ocasionadas por la multiplicidad de estímulos irrelevantes sobre la identificación del *target*. Sin embargo, la selección temprana puede ser totalmente ineficaz en condiciones de baja carga. Resumiendo: cuando la carga es alta, la selección atencional puede actuar en momentos tempranos con objeto de que sólo los ítems relevantes sean plenamente identificados. Por el contrario, cuando la carga es baja, la selección tardía sería más adecuada, pues permite un procesamiento sin restricciones hasta el punto de identificar todos los ítems de una presentación visual para, posteriormente, seleccionar aquellos de interés y hacerlos accesibles a la consciencia. En conclusión, como avance a lo que se discutirá en el capítulo 5, la carga perceptiva puede afectar al grado de interferencia ejercido por los elementos irrelevantes de una presentación visual, lo

[4] La carga perceptiva hace referencia a la complejidad visual de una presentación estimular. Por ejemplo, si tomamos como referencia la presentación estimular de ocho letras exhibida en la figura 3.2, dicha presentación tendría una baja carga si se compara con otra alternativa de mayor complejidad, constituida por dieciséis letras dispuestas en círculo. Si el lector dibuja, lado a lado, ambas presentaciones observará cómo la de dieciséis letras es más compleja visualmente (mayor carga). Además del número de ítems que constituyen la presentación, existen otros factores que pueden modular la carga perceptiva tal como se indica en el texto.

que sugiere que la selección temprana o tardía se debe, hasta cierto punto, al procesamiento perceptivo exigido al sujeto (alta carga o baja carga).

Diversos estudios con potenciales evocados (ERP) refrendan la hipótesis de la influencia de la carga perceptiva sobre el momento temprano o tardío en el que opera la selección (Handy y Mangun, 2000). Se ha descubierto que algunos componentes asociados con el procesamiento perceptivo temprano, P1 y NI, son de mayor magnitud cuando la carga perceptiva es alta que cuando es baja. Por ejemplo, en un experimento se pidió a los sujetos que indicaran si una letra, ubicada a la izquierda o a la derecha de un punto de fijación, era una A o una H. En la condición de baja carga, tanto la A como la H aparecían intactas, y eran perfectamente discernibles entre sí. En la condición de alta carga las letras se modificaron para dificultar su discriminación: los brazos de la A se separaron ligeramente por la parte superior (de tal modo que tendía a parecer una H), mientras que los brazos de la H se inclinaron ligeramente hacia el interior por la parte superior (tendiendo a parecer una A). Los resultados mostraron que, en la condición de alta carga, las amplitudes de P1 y las de NI fueron mayores que en la de baja carga. En definitiva, estos resultados sugieren que una alta carga perceptiva parece inducir una eficiente selección temprana, favoreciendo el procesamiento visual.

4. La metáfora del foco atencional

Sin lugar a dudas, la metáfora más popular y conocida sobre atención visual es la que la asimila a una especie de foco de luz que ilumina la información seleccionada y deja en penumbra la información no seleccionada (Eriksen y Hoffman, 1973). Según esta analogía, la atención puede desplazarse a través de diferentes regiones del espacio para "iluminar" cualquier objeto allí presente. Menos claro es saber si los desplazamientos del foco atencional son continuos o a saltos, si son de velocidad constante o variable, o incluso si la atención puede ser "apagada" en una localización antes de ser reubicada en otra. A pesar de ello, resulta claro que esta metáfora ha inspirado una gran cantidad de trabajos sobre cómo se enfoca y se desplaza la atención.

4.1. Ajusfando el tamaño del foco atencional: la lente-zoom

El foco atencional puede ajustarse para *iluminar* pequeñas regiones del espacio, así como zonas más amplias (Eriksen y Yeh, 1985). Un curioso estudio de LaBerge (1983) demuestra esta afirmación. Se presentaba una palabra de cinco letras. Un grupo de sujetos debía focalizar su atención sobre la letra central y decir si pertenecía a un determinado rango del abecedario (p. ej.: entre la c y la í), mientras que otro grupo debía focalizar su atención sobre la palabra e indicar si era, o no, un nombre propio. Lo más interesante fue que, en algunos ensayos, en lugar de una palabra, aparecía una fila de cuatro signos # junto con una letra o dígito objetivo (p. ej.: ###7#). En estos ensayos el sujeto debía identificar el objetivo y nombrarlo lo más rápidamente posible. LaBerge descubrió que los tiempos de respuesta ante el objetivo dependían de cómo se estuviera focalizando la atención. Tal como se representa en la figura 3.4, en la condición de focalización en la letra central (foco estrecho), los tiempos de respuesta ante el objetivo fueron más rápidos si éste aparecía en la posición central, y se incrementaban progresivamente conforme el *target* se ubicaba en posiciones más extremas. Pero si la atención se estaba focalizando sobre la palabra (foco amplio), era irrelevante la posición en la que apareciera el *target* pues los tiempos de respuesta fueron semejantes.

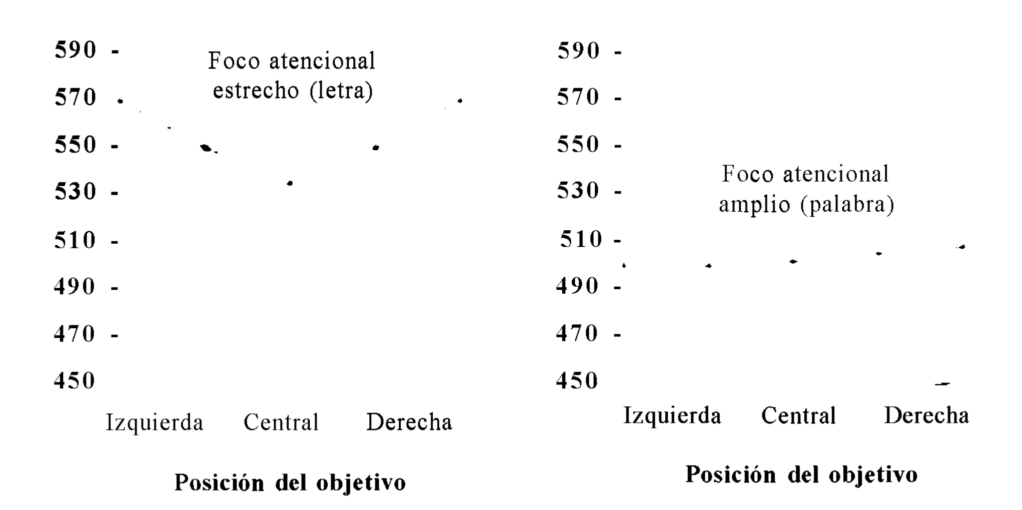


Figura 3.4. Resultados del experimento de LaBerge's (1983) sobre el foco atencional.

Fuente: LaBerge (1983).

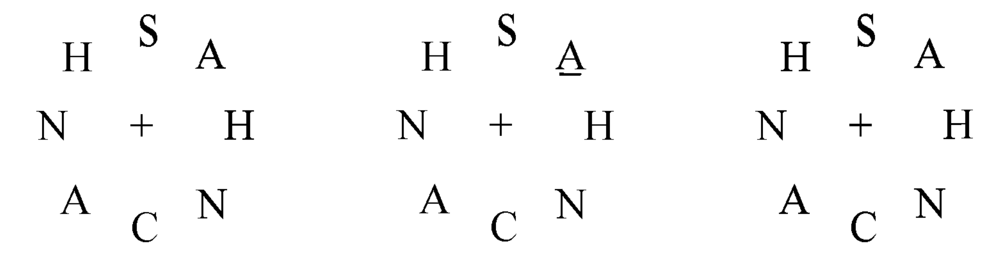


Figura 3.5. Tipo de presentación estimular similar a la empleada en el estudio de Eriksen y St. James (1986). Una, dos o tres posiciones adyacentes fueron señalizadas con objeto de modificar la amplitud del foco atencional del participante.

Fuente: Eriksen y St. James (1986).

Otra manera de manipular el tamaño del foco atencional se consigue señalizando diversas posiciones en presentaciones estimulares circulares. A mayor número de posiciones marcadas, mayor será la amplitud del foco. En la figura 3.5 se ilustra esta técnica (Eriksen y St. James, 1986). Los sujetos, simplemente, debían indicar si en alguna de las posiciones marca-

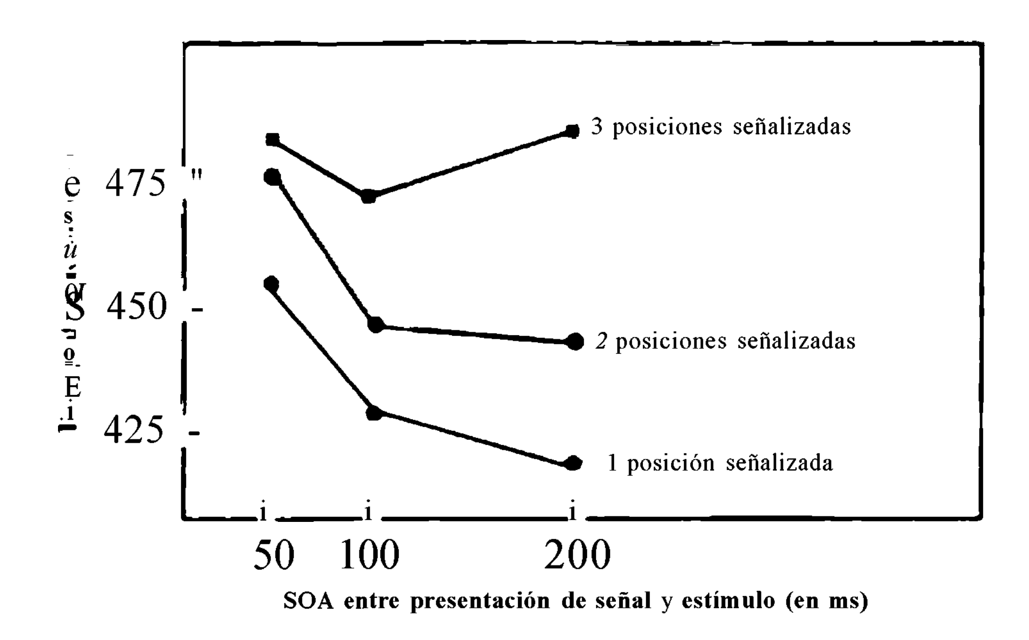


Figura 3.6. Tiempo necesario para focalizar la atención en el experimento 1 de Eriksen y St. James (1986).

Fuente: Datos de Eriksen y St. James (1986).

das por una señal -que se presentaba con una asincronía o SOA previa a los estímulos de 50, 100 o 200 ms- aparecía una letra *target* (p. ej.: la S). Observe en la figura 3.6 cómo el tiempo necesario para identificar la letra empeoró conforme lo hacía el número de posiciones señalizadas. Es decir, cuanto mayor era la amplitud del foco peor se realizaba la tarea. Eriksen y St. James concluyeron que focalizar la atención era semejante a ajustar una especie de "lente-zoom". Esta metáfora o analogía de la lente-zoom defiende la existencia de una relación inversa entre el área "iluminada" y la concentración de recursos atencionales: cuando el área atendida es estrecha, la atención puede concentrarse y actuar mucho más eficazmente que cuando es más amplia (Castiello y Umiltá, 1990).

4.2. Desplazando el foco atencional

Si entendemos la atención de forma análoga a un foco de luz (o a una lente-zoom) podemos suponer que ésta se desplaza a través de diversas regiones del espacio, de tal manera que durante su recorrido ilumina todas aquellas zonas que atraviesa. En efecto, son numerosos los estudios experimentales sobre movimientos atencionales que ratifican estos supuestos. Por ejemplo, imagine un estímulo que puede aparecer situado en tres posibles ubicaciones, alejadas progresivamente respecto a un punto de fijación central. Una señal en forma de barrita horizontal aparece previamente e indica el lugar de potencial aparición del estímulo. Utilizando este procedimiento, se ha descubierto que el tiempo necesario para focalizar la atención en la localización señalizada por la barrita se incrementa conforme lo hace la excentricidad[5] del estímulo: a mayor distancia respecto al punto de fijación central mayor tiempo. Es decir, este hallazgo sugiere que la atención se desplaza espacialmente con una velocidad constante (Tsal, 1983).

No obstante, este supuesto desplazamiento de la atención a velocidad constante se ha puesto frecuentemente en entredicho, por dos motivos. Primero, porque los resultados también son susceptibles de explicarse de una manera alternativa; concretamente, recurriendo a la mayor dificultad de

[5] La excentricidad se refiere a la separación en grados de ángulo visual entre dos puntos del espacio respecto al ojo. Ambas líneas imaginarias que proyectan los puntos convergen en la fóvea, por lo que generan un ángulo. Por esta razón, la medida habitual de excentricidad es el grado de ángulo visual.

procesar la información en la periferia visual. Es decir, necesitamos más tiempo para identificar los estímulos más distantes respecto a un punto central, debido a que el procesamiento en la periferia del campo visual es mucho más precario (Eriksen y Murphy, 1987). Pero, por añadidura, otros trabajos utilizando una señal central en forma de flecha, que indica a los sujetos a dónde mirar, han demostrado que la atención puede desplazarse con igual rapidez hacia una posición alejada 2 grados de ángulo visual, como hacia otra alejada 10 grados (Remington y Pierce, 1984).

En definitiva, el tiempo que ocupa desplazar la atención parece ser independiente de la distancia recorrida (Yantis, 1988). Más que desplazar la atención de forma continua, como un foco de luz en el espacio, parece más oportuno considerar su desplazamiento como una especie de "salto" desde una posición hasta otra, de tal manera que los recursos atencionales deben reubicarse en la nueva posición según se liberan de la posición abandonada (Eriksen y Webb, 1989).

4.3. Foco atencional y naturaleza de las regiones espaciales

En ocasiones, recurrir a la metáfora del foco y admitir que todo lo que es "iluminado" es atendido puede no ser del todo correcto. Un ejemplo de la debilidad de la metáfora emerge a partir de estudios que demuestran cómo se procesan diferencialmente regiones del espacio que contienen objetos, en comparación con regiones carentes de ellos (Cepeda, Cave, Bichot y Kim, 1998). En estos estudios se ha utilizado el denominado *paradigma de detección de puntos*[6] *(dot-probe paradigm).* Manteniendo su mirada en un punto de fijación, la tarea primaria de los sujetos consistió en nombrar un dígito *{target),* de entre los cuatro que se presentaban en una disposición circular, basándose en el color (p. ej.: decir el dígito rojo). Tras la desaparición de los dígitos, en lugar de contestar de forma inmediata, los sujetos debían demorar su respuesta 1400 ms. Durante ese intervalo, y en la mitad de los ensayos, podía aparecer un punto con igual probabilidad en cualquiera de las cuatro posiciones ocupadas por los dígitos o incluso en una de las posiciones intermedias vacías entre ellos (en total, ocho posibles localizaciones). Caso de que el punto apareciese, el sujeto debía presionar

[6] Véase en el Anexo II una descripción de este paradigma.

lo más rápidamente posible un botón. La lógica de esta tarea secundaria es que la detección del punto será más rápida cuando la atención se haya dirigido con anterioridad a la zona en que aparece.

En efecto, los tiempos más rápidos de detección del punto se obtuvieron cuando éste aparecía en la zona atendida correspondiente con la posición del *target*, mientras que los más lentos sucedieron cuando aparecía en la posición de cualquier otro dígito distractor. Si el punto se ubicaba en posiciones intermedias vacías entre distractores las respuestas fueron más rápidas que cuando aparecían en la posición correspondiente a un distractor, resultado que sugiere que las posiciones de los dígitos distractores -que no debían ser atendidas- fueron inhibidas activamente. Finalmente, las respuestas al punto en posiciones vacías adyacentes al *target* fueron más rápidas que las emitidas ante posiciones vacías alejadas del *target*.

En conclusión, el experimento demuestra que, en lugar de "iluminar" y procesar por igual todas las zonas dentro de su foco, la atención opera de manera diferente sobre los objetos que deben ser activamente atendidos, o activamente ignorados, que sobre los espacios vacíos.

Conclusiones sobre el foco atencional. Hemos visto en el punto 4.2 que una presentación estimular puede ser explorada desplazando la atención desde una a otra posición, y que el tiempo del desplazamiento no depende de la distancia recorrida. También sabemos que la resolución del foco atencional pueda ser alterada para concentrarse en una zona más amplia o más estrecha (epígrafe 4.1). La habilidad para cambiar el tamaño del foco atencional para abarcar diferente número de ítems podría depender de la presencia de agrupamientos perceptivos en la escena (Kramer y Jacobson, 1991). En consecuencia, podríamos concluir afirmando que la atención se desplaza de ítem en ítem; pero estos "ítems" podrían, a veces, ser o bien elementos aislados o bien grupos perceptivos, tal como ocurría en el experimento de las letras vs. palabras de LaBerge (1983) descrito anteriormente.

5. La metáfora del gradiente atencional

En lugar de asimilarla a un foco de luz que se desplaza de una a otra posición, o incluso como una lente-zoom, algunos consideran que una metáfora más adecuada para describir a la atención sería entenderla como

una especie de gradiente de recursos que se distribuyen a lo largo de una región del espacio (LaBerge y Brown, 1989). Este gradiente variará en tamaño, de tal manera que los recursos atencionales serán más abundantes en el centro y disminuirán, progresivamente, hacia la periferia.

Una diferencia importante entre la metáfora del foco y la del gradiente es que esta última es más adecuada para explicar cómo afecta el hecho de haber atendido a localizaciones previas. Esta propuesta de un gradiente atencional dinámico ha sido corroborada en algunos trabajos que utilizan series de tres ensayos en los que se muestra una fila de letras (LaBerge, Carlson, Williams y Bunney, 1997). En el primer ensayo, el sujeto debe identificar una letra *target* que puede aparecer en cualquier posición e ignorar el resto. En los siguientes ensayos, la letra *target* aparece en otra posición excéntrica diferente, lo que fuerza a reubicar la atención. En tareas de este tipo se ha demostrado que el tiempo que ocupa identificar la letra en un ensayo posterior depende no sólo de su posición (a mayor excentricidad mayor tiempo), sino también de la posición en la que se encontraba ubicado en el ensayo previo. Estos hallazgos son consistentes con el modelo de gradiente pues demuestran que, en un momento temporal determinado, parte de los recursos atencionales, necesarios para identificar, la letra pueden estar todavía adjudicados todavía a posiciones previamente atendidas. Es decir, la asignación de recursos atencionales en un momento y lugar puntual puede reflejar el historial de las asignaciones precedentes a lo largo de un corto periodo de tiempo (Breitmeyer et al., 1999).

6. El control atencional del córtex frontal

Cuando dirigimos nuestra atención hacia un objeto o región del espacio logramos que los objetos allí ubicados sean procesados más eficazmente. Ya expusimos en apartados anteriores que la atención selecciona unos ítems en detrimento de otros. Pero, ¿cuál es el sustrato fisiológico responsable de la selección?

Por lo explicado hasta ahora, sabemos que seleccionar una zona concreta del espacio puede ocasionar una especie de "zona oscura" no seleccionada que es inhibida activamente. Algunos trabajos, utilizando tomografía por emisión de positrones (PET), proponen que el córtex frontal

participaría en el control atencional, inhibiendo zonas u objetos que no deben ser atendidos. Este mecanismo inhibitorio actuaría disminuyendo el peso o fuerza de los *inputs* no deseados o, también, reduciendo el ruido que generan; es decir, este mecanismo participaría en la selección, acentuando la diferencia de activación existente entre lo relevante y lo irrelevante. Si presentamos un objeto, bien a la derecha o bien a la izquierda respecto de un punto de fijación central, se observa que la actividad cerebral en la PET es más elevada en la región frontal ipsilateral a la presentación (Vandenberghe et al., 1997, 2000). Dado que se sabe que la información presentada en un hemicampo visual se procesa en el lóbulo occipital contralateral, esta mayor activación del área ipsilateral sugiere que el córtex frontal puede estar inhibiendo activamente el procesamiento del hemicampo visual contralateral (no atendido). En conclusión, además de incrementar la fuerza o ponderación de los *inputs* deseados, prestar atención a un objeto puede implicar, además, la actuación de un mecanismo activo de disminución de las ponderaciones de los *inputs* no deseados (Duncan, 2001; Kimberg y Farah, 2000).

7. Orientación abierta y encubierta

Si el lector pretende controlar la atención de una persona hacia un objeto o lugar concreto, seguramente le diga: "¡Mra *aquí! o ¡mira allí!"*. Al hacerlo, se fundamenta en el razonable supuesto de que su interlocutor presta atención a aquello hacia lo que mira. Sin embargo, esto no siempre tiene por qué ser así. Incluso cuando nuestros ojos están mirando fijamente a un punto estático, es posible seleccionar y procesar información alejada de dicho punto. Por ejemplo, durante la lectura se es consciente exclusivamente de la información de la línea leída. Pero si miramos fijamente hacia la posición de una palabra (p. ej.: "aquí") el lector comprobará que es factible, sin mover los ojos, desplazar el foco atencional a la línea superior o inferior. Ello no obstante, a pesar de que podamos dirigir nuestra atención hacia zonas que no coinciden con la línea de nuestra mirada, la realidad es que lo hacemos pocas veces (a no ser que estemos pendientes de una conversación a nuestra espalda mientras fingimos leer el periódico), pues lo habitual en la vida diaria es que la atención y la mirada caminen juntas.

La relación entre órganos sensoriales y atención nos permite disociar entre orientación abierta y orientación encubierta. Hablamos de *orientación abierta* cuando los órganos sensoriales (nuestros ojos) se dirigen hacia lo que es atendido con objeto de facilitar la selección de la información y su procesamiento. Por el contrario, hablamos de *orientación encubierta* cuando el foco atencional se dirige hacia una localización distinta de la ocupada por nuestra mirada. La distinción entre atención abierta y encubierta es interesante desde un punto de vista teórico.

La orientación abierta de la atención está relacionada con el movimiento de nuestros ojos. Mover los ojos es algo que realizamos continuamente. A nivel oculomotor podemos distinguir, *grosso modo,* entre movimientos oculares reflejos y controlados. Los movimientos reflejos -dependientes del colículo superior- son rápidos y se activan automáticamente ante la repentina aparición de un estímulo. Así mismo, los movimientos controlados son lentos y en su control voluntario está implicado el lóbulo frontal.

Alternativamente, los cambios atencionales encubiertos no dependen del tipo de información que registran nuestros sentidos (nuestros ojos), pero sí que influyen sobre el resultado del procesamiento perceptivo pues, a pesar de no desplazar el órgano sensorial, sí se dirige el foco atencional hacia una localización específica. Una manera de estudiar la orientación encubierta ha sido utilizando tareas de filtrado selectivo, como las expuestas en hasta ahora, en las que se debe atender a un estímulo e ignorar el resto. Uno de los procedimientos más llamativos para demostrar la importancia de la orientación encubierta durante la selección de información consiste en sobreimponer dos vídeoclips, de tal manera que los sujetos deben atender a uno de ellos e ignorar el otro. Utilizando este procedimiento, algunos estudios han comprobado cómo las personas pueden atender selectivamente a una secuencia de eventos y, a la vez, ignorar la otra secuencia de eventos distractores que se proyectan en el mismo campo visual (Neisser y Becklen, 1975). Por ejemplo, utilizando un espejo semitransparente, una secuencia de vídeo (dos personas practicando juegos de palmas, en el que uno choca sus manos con el otro) se sobreimpone a otro vídeo (dos jugadores de baloncesto pasándose un balón). El efecto visual es similar al de ver imágenes reflejadas en el cristal de una ventana cuando en el exterior ha oscurecido. Cuando se solicita a los sujetos que atiendan exclusivamente a los eventos de un vídeo (p. ej.: contar el número de pases de balón de los jugadores de baloncesto) se descubre que pueden

hacerlo con resultados satisfactorios, ignorando el video alternativo sobreimpuesto. Es más, no sólo son buenos siguiendo el video atendido, sino que es poco probable que se den cuenta de eventos inesperados en el vídeo ignorado (p. ej.: la aparición súbita de una tercera persona caminando). Sin embargo, seguir eventos en los dos vídeos a la vez es prácticamente imposible. Aparentemente, en estos trabajos la manipulación de la calidad de los vídeos constituye una clave muy efectiva que afecta a la selección de la información.

Utilizando registros en los que se han analizado diversos componentes de ERP, se ha demostrado que la *orientación encubierta actúa durante el procesamiento visual temprano* (Heinze, Luck, Mangun y Hillyard, 1990). Suponga que presentamos cuatro letras, dos a cada lado de un punto de fijación. Instruimos a los sujetos para que, manteniendo su mirada fija en el punto de fijación, orienten encubiertamente su atención hacia la izquierda, y nos digan si aparece una determinada combinación de letras. En estos casos, se ha descubierto que el componente P1 occipital derecho -que refleja el procesamiento visual del lado izquierdo atendido-, es de mayor magnitud que el correspondiente P1 occipital izquierdo. Dado que el componente P1 está vinculado con el procesamiento visual temprano, se concluye que la orientación encubierta de la atención actúa en esta fase de procesamiento.

8. Orientación exógena y endógena

Además de desplazar la atención de forma abierta o encubierta, los desplazamientos de nuestra atención en el espacio pueden realizarse de manera refleja o controlada[7]. A la orientación refleja de la atención se le denomina *orientación exógena*; esto es así porque los desplazamientos atencionales se producen por influencia de estímulos ambientales externos

[7] Se sugiere al lector que repase ahora todo el apartado dedicado a desplazamiento de la atención expuesto en el capítulo 0, pues allí se adelantó la mayor parte de terminología y procedimientos que ahora se exponen. Tal como se adelantó, las señales sirven para dirigir la atención hacia una determinada región espacial, de tal manera que si con posterioridad aparece un *target* en la posición marcada por la señal, los tiempos de respuesta serán mucho más rápidos que si aparece en cualquier otra ubicación.

(exógenos) que captan automáticamente nuestra atención (*stimulus driven*). A la orientación controlada de la atención se le denomina *orientación endógena;* esto es así porque los desplazamientos atencionales dependen ahora de factores cognitivos internos del observador (endógenos o *goal driven*). Veamos en lo que sigue la diferente naturaleza de los estímulos o señales que pueden ejercer control exógeno y endógeno.

Tipos de señales: exógenas (periféricas) y endógenas (centrales). Las señales exógenas son estímulos que aparecen súbitamente en la periferia del campo visual, de ahí que nos refiramos a ellas, también, como *señales periféricas*[8] Los efectos de la señalización exógena o periférica para capturar la atención son tan poderosos que aparecen incluso cuando el observador es consciente de que la señal es engañosa y no indica la posición correcta de un *target* que se muestra con posterioridad. Es decir, la simple aparición de una señal exógena influirá sobre la respuesta emitida ante un estímulo presentado con posterioridad en la localización marcada por dicha señal. Por definición, el efecto de señalización exógeno requiere que la señal no disponga de un significado que pueda ser interpretado.

Por el contrario, si la señal es informativa estaríamos entonces hablando de señales endógenas. Para que tengan un efecto sobre el control atencional, las señales endógenas precisan ser interpretadas cognitivamente por el observador. A este tipo de señales endógenas se les denomina también *señales centrales,* pues suelen aparecer en el centro de la presentación estimular hacia donde se requiere mantener fija la mirada. Por ejemplo, una flecha en el centro de una presentación estimular es una señal endógena y nos puede "sugerir" adonde mirar (izquierda, derecha, arriba, abajo), aunque somos nosotros los que *voluntariamente* debemos desplazar nuestra atención hacia el lugar sugerido por el apuntamiento.

Costes y beneficios de señales inválidas y válidas. Multitud de trabajos han demostrado que, incluso cuando se suprime la posibilidad de realizar movimientos oculares y los ojos permanecen fijos mirando a un punto de fijación, la atención se seguirá desplazando automática y encubiertamente hacia el lugar de aparición de una señal periférica. Los beneficios de la señalización se evalúan habitualmente utilizando un análisis en términos de costes-beneficios (Posner, 1978, Van der Lubbe, Keuss, y Stoffels, 1996).

[8] Por ejemplo, las barritas utilizadas a modo de señal, que se representan en las figuras 3.3 o 3.5, son señales exógenas o periféricas.

En el procedimiento de costes-beneficios o *paradigma de Posner*[9] se presenta una señal en cada ensayo. La señal indica el lugar previsible de aparición de un *target,* a izquierda o derecha de un punto de fijación central, que debe ser detectado o identificado. Aquellos ensayos en los que la señal aparece en la misma posición en la que lo hará el *target* son considerados *ensayos válidos,* pues la señal predice adecuadamente el lugar de aparición del *target.* Por otra parte, aquellos ensayos en los que la señal aparece en una ubicación diferente a la que aparecerá el *target* son considerados *ensayos inválidos,* pues la señal ofrece información engañosa sobre su localización. En estos experimentos, los posibles beneficios y costes debidos a la señalización se calculan comparando los TR o los errores obtenidos en los ensayos válidos e inválidos respecto a una línea base de ensayos neutros (sin señal o con señal ambigua). Si el rendimiento es mejor en los ensayos válidos que en los neutros podemos hablar de un efecto beneficioso de la señalización sobre la atención; por otra parte, si el rendimiento es peor en los inválidos respecto a los neutros hablaremos entonces de costes debidos al uso de señales engañosas.

Existe abrumadora evidencia que demuestra cómo el uso de señales periféricas válidas facilita el rendimiento, utilizando el paradigma de costes-beneficios. El rendimiento óptimo se obtiene cuando el intervalo de tiempo que transcurre entre la aparición de la señal y la aparición del *target* (SOA o asincronía señal-*target)* es de tan sólo unos 100 ms (Cheal y Lyon, 1991; Jonides, 1981; Müller y Rabbitt, 1989; Posner, 1980; Tsal, 1983; Yantis y Jonides, 1984). Sin embargo, el beneficio se transforma en coste cuando la asincronía señal-*target* es superior a los 300 ms (Posner y Cohén, 1984). Esta inversión del beneficio de la señalización, en la que los ensayos válidos obtienen tiempos mayores que los inválidos, se denomina *inhibición de retorno* y se analizará exhaustivamente en un capítulo posterior.

Señales y procesamiento visual temprano. Trabajos de ERP en los que se han empleado señales periféricas válidas han registrado un incremento del componente P1 asociado al procesamiento temprano del estímulo (Hopfinger y Mangun, 1998; Van der Lubbe y Woestenburg, 1997). En la figura 3.7 se representa el incremento de P1 en un ensayo con una señal válida en comparación con otro ensayo no señalizado. La máxima

[9] Vea la descripción del paradigma de Posner (paradigma de costes-beneficios) en el Anexo II y recuerde lo explicado en el capítulo 0 en la sección dedicada a desplazamiento de la atención.

amplitud se alcanza con una asincronía señal-*target* inferior a 300 ms. El efecto también se replica utilizando señales centrales válidas, aunque ahora el máximo pico aparece con intervalos señal-*target* relativamente más amplios, de unos 800 ms (Mangun y Hillyard, 1991). En conclusión, el efecto de las señales exógenas y endógenas se produce en los estadios tempranos del procesamiento estimular, aunque la máxima eficacia de cada una de ellas depende del intervalo señal-torcer.



Figura 3.7. Diferencia en el componente P1 de los ERP ante estímulos con posición señalizada y no señalizada.

La influencia de la consigna experimental. Aunque se dice que los cambios atencionales exógenos dirigidos por un estímulo son reflejos, ha existido un interés por saber si pueden verse modulados o afectados por las instrucciones experimentales suministradas a los sujetos. En efecto, varios trabajos han demostrado que los efectos automáticos de la señalización exógena desaparecen cuando los sujetos deben atender a una zona concreta del campo visual y la señal aparece fuera de esta área atendida. Estos hallazgos demuestran que el control exógeno (abajo-arriba) ejercido por una señal periférica puede ser modulado por un control endógeno arriba-abajo[10].

[10] Para la disociación arriba-abajo vs. abajo-arriba véase el Anexo I (Glosario) y el capítulo 0.

9. Atención orientada al espacio vs atención orientada al objeto

Desde sus inicios, los trabajos sobre señalización han admitido implícitamente que la atención se distribuye a lo largo de diversas regiones del espacio. A pesar de este supuesto general, hemos visto también en una sección anterior, utilizando el paradigma de detección de puntos, que los estímulos pueden ser atendidos de forma diferente a cómo se atiende el espacio en el que residen (Cepeda et al., 1998). Por lo tanto, es importante conocer si la selección atencional puede basarse en factores distintos a la simple localización espacial. Y aunque son numerosos los teóricos que sostienen que la selección atencional actúa a través de una representación del espacio visual (Cave y Pashler, 1995; Eriksen y St. James, 1986; LaBerge y Brown, 1989; Posner et al., 1980; Treisman y Gelade, 1980; Van der Heijden, 1992), no es menos cierto que otros mantienen que las mismas características y propiedades del estímulo (su identidad, su forma o color) también pueden ser utilizadas como fundamento para la selección (Baylis y Driver, 1992; Bundesen, 1990; Kahneman, 1973). Analicemos ambas orientaciones.

9.1. ¿Es el espacio 'especial'? (*space-based)*

Uno de los primeros trabajos que comparó entre sí los efectos de señalizar el espacio o el objeto fue el de Posner et al. (1980). Los sujetos debían indicar lo más rápidamente posible si una letra concreta (p. ej.: la H) aparecía a la izquierda o a la derecha de un punto de fijación. Con anterioridad, una señal dispuesta en el centro de la pantalla indicaba, con un 80% de validez, o bien la identidad de la letra (se mostraba una letra idéntica a la letra *target),* o su localización (aparecía una flecha orientada a izquierda o derecha), o ambos factores (letra abajo y flecha arriba), o ninguno (se mostraba una cruz no informativa). Transcurridos 800-1200 ms desde la desaparición de la señal aparecía la letra *target.*

Posner y sus colegas sólo descubrieron efectos de la señalización sobre la localización espacial. Cuando la dirección de la flecha fue válida las respuestas fueron rápidas (249 ms), intermedias cuando se utilizó como señal la cruz no informativa (266 ms) y lentas cuando el apuntamiento de

la flecha fue inválido (297 ms). Pero en ningún caso aparecieron efectos por señalizar la identidad de la letra, es decir, el hecho de presentar como indicio la misma letra que podía aparecer como *target* no beneficiaba su identificación. Por lo tanto, el trabajo demostraba que el control atencional ejercido por una señal previa actuaba exclusivamente sobre localizaciones espaciales, pero no sobre otras propiedades, tales como la identidad del estímulo. Es decir, los hallazgos favorecen la *hipótesis de que la atención selectiva se dirige más eficazmente hacia el espacio que hacia la forma o la identidad de un objeto.*

La selección de características no espaciales mediada por el espacio. Sin embargo, el hecho de que no se hayan encontrado efectos beneficiosos de señalización sobre la identidad o la forma de un estímulo no implica descartar la posibilidad de que la atención pueda dirigirse hacia estas características no espaciales. Tal vez, las formas de los estímulos o de las letras utilizadas en los experimentos sean demasiado semejantes para actuar como claves eficaces de selección atencional. Efectivamente, ciertos estudios han demostrado que puede darse una selección correcta basada en características diferentes a la localización espacial, tales como el color o la forma (Bundesen, 1990; Bundesen, Pedersen y Larsen, 1984; Von Wright, 1968). Aunque estos estudios apoyan la idea de que estas características no espaciales pueden también actuar como señales efectivas para dirigir la atención, *pudiera darse el caso de que dirigir la atención hacia el color o la forma estuviera mediado por el espacio.* Por ejemplo, dada una señal que indique atender a letras rojas, seria posible que la atención se dirigiera a la posición que contiene letras rojas, en lugar de estar dirigida al color rojo de las letras *per se* ignorando la posición.

Un estudio reciente parece refrendar esta última idea (Tsal y Lamy, 2000), pues demuestra que atender a una característica no espacial de un objeto (p. ej.: su color) implica que la posición espacial donde se ubica es también seleccionada (ver también Cave y Pashler, 1995). En este trabajo aparecían seis letras coloreadas (en rojo, azul, verde o amarillo) dispuestas en forma de círculo. Tres de las letras aparecían sobreimpuestas en una forma también coloreada (p. ej.: sobre un cuadrado, círculo o triángulo de color rojo, verde, azul o amarillo). Los participantes fueron instruidos para que dijeran la forma que correspondía a un determinado color (p. ej.: "indica las formas amarillas que veas") y cualesquiera letras de la presentación. Se descubrió que las personas tendían a decir las letras sobreimpuestas en la forma *target,* en lugar de indicar las letras que aparecían en otra posición y

que compartían el mismo color que la forma *target.* Por ejemplo, si aparecía un cuadrado amarillo o un círculo amarillo los sujetos informaban de las letras sobreimpuestas, pero ignoraban, por ejemplo, una letra B amarilla sobre un cuadrado rojo. Es decir, atender a la zona ocupada por un objeto de un color relevante no facilitó la identificación de otros objetos del mismo color, sino sólo de aquellos objetos que coincidían con la posición del objeto atendido. En definitiva, el espacio parecía influir sobre la selección de propiedades no espaciales como el color, lo que de nuevo aporta evidencia favorable a las propuestas atencionales dirigidas hacia el espacio.

En esta misma línea, estudios con EPR han descubierto también que prestar atención a un objeto dispuesto en una posición tiene efectos sobre el procesamiento ulterior de otro objeto dispuesto en la misma localización, lo que favorece una vez más la perspectiva de la orientación atencional hacia el espacio (Luck, Fan y Hillyard, 1993). Suponga que se debe identificar un estímulo *target* definido por un color, que aparece entre distractores de otro color. Transcurridos 250 ms desde la presentación, o bien el *target* o bien uno de los distractores se sustituye por un nuevo estímulo sonda *{probé*) ante el que no hay que contestar. Analizando los ERP provocados por el *probé* se observa que el incremento de magnitud del componente P1 es mayor cuando el *probé* aparece en la posición del *target* que cuando lo hace en la posición de un distractor. Este resultado ratifica, una vez más, que es la posición espacial del *target,* y no solamente su color, la que es atendida.

Conclusiones. Los estudios descritos hasta este punto coinciden en que la posición espacial desempeña un papel "especial" durante la selección de la información visual. La atención parece operar sobre una representación del espacio visual, lo que no debe sorprender, pues la atención generalmente se orienta hacia una localización espacial concreta. Y aunque puede ser útil (y posible) mantener una disposición atencional hacia el color o la forma de los objetos, el reconocimiento de los mismos parece necesitar información respecto a su localización en el espacio.

9.2. Dirigiendo la atención hacia los objetos (*object-based)*

Los modelos puros *space-based* que acabamos de describir consideran que la atención opera sobre una representación del espacio visual.

Suponen que la atención se distribuye a través de regiones del espacio e integra las características aisladas que allí aparecen (orientación, forma, color, etc.) a partir de las cuales emergen objetos significativos. Otros modelos, en cambio, proponen que la atención selecciona primariamente objetos en lugar de regiones espaciales (Desimone y Duncan, 1995; Goldsmith, 1998; Humphreys y Müller, 1993). Estos modelos basados en el objeto (*object-based)* consideran que la atención se desplaza por regiones del espacio que están ocupadas por objetos, supuesto este que los distingue de los modelos basados en el espacio, para los que la atención selecciona siempre regiones con independencia de que éstas estén, o no, ocupadas por objetos.

Efectivamente, existe evidencia que demuestra cómo los objetos pueden ser el objetivo primario de la atención, y no sólo su resultado final (Duncan, 1984). Si mostramos series de dibujos superpuestos (por ejemplo, un círculo rojo y un cuadrado azul), se observa que el rendimiento es más rápido cuando las personas deben juzgar las dos dimensiones (color y forma) de un único objeto que cuando deben juzgar una dimensión en cada uno de ellos. Es decir, atender a los dos objetos a la vez, y no al espacio común que ocupan (que es compartido y se mantiene constante), exige un intercambio de la atención entre ellos que requiere tiempo. Es decir, el objeto es el destino primario de la atención.

Atención hacia el objeto durante el procesamiento visual temprano. Los defensores de la selección atencional basada en el objeto admiten que el espacio no es el factor dominante del control atencional, sino que *la atención puede operar directamente incluso sobre formas de objetos generadas en momentos tempranos del procesamiento visual.*

En las fases tempranas del procesamiento visual, el campo visual se segmentaría preatencionalmente, en diferentes formas o grupos perceptivos, conforme a los principios de agrupamiento de la Gestalt", tales como proximidad, la semejanza o el movimiento. Con posterioridad, la atención focal se utilizaría para analizar estas formas más detalladamente e identificarlas como objetos significativos en una fase categorial posterior (Neisser, 1967). Por lo tanto, si el destino primario de la atención es el objeto, entonces la atención debe operar no sólo sobre el objeto final visualizado

[11] Repase lo explicado en el capitulo 0, al disociar allí entre atención dirigida al espacio y dirigida al objeto.

(el que percibimos), sino también sobre las formas o agolpamientos perceptivos generados en la fase preatencional, durante el procesamiento visual temprano. Veamos cómo se ha demostrado esto.

Moore, Yantis y Vaughan (1998) presentaron dos rectángulos verticales que podían aparecer tal cual, o bien ser atravesados por un tercer rectángulo horizontal que los ocluía parcialmente. La figura 3.8 representa esta última condición ocluida (observe que en esta condición ocluida, debido a los principios de la Gestalt, nuestra percepción corresponde a tres rectángulos, y no a cuatro cuadriláteros que flanquean un rectángulo). En cada uno de los extremos de los rectángulos verticales aparecían caracteres, debiendo los sujetos indicar sencillamente si aparecía o una T o una L en alguno de ellos. Antes de que los estímulos fueran presentados, el extremo de uno de los rectángulos se iluminó brevemente, a modo de señal, de tal manera que en el 80% de los ensayos el *target* (T o L) apareció en la posición señalizada.

Se descubrió que los TR más rápidos se obtuvieron cuando el *target* aparecía en el extremo señalizado por la luz; los TR intermedios correspondieron a cuando el *target* apareció en el extremo opuesto del rectángulo señalizado (el mismo objeto); y los más lentos cuando el *target* apareció en el otro rectángulo (en un objeto diferente). Lo más sorprendente fue que este patrón de resultados fue el mismo, tanto en la condición ocluida como en la no ocluida. En definitiva, ¿qué nos revelan estos resultados? El hecho de que los resultados sean semejantes en la condición ocluida y en la no ocluida, favorece la hipótesis de partida respecto a que selección de la información opera sobre una representación del objeto que emerge en momentos tempranos del procesamiento visual cuando se aplica el completado perceptivo[12].

[12] En la condición no ocluida la imagen percibida se corresponde con la imagen retiniana: es decir, se perciben dos rectángulos verticales. Sin embargo, en la condición ocluida "inferimos" que existen los dos rectángulos verticales (gracias a la actuación del completado amodal al que nos referimos en el capítulo 0), pero como tal no están representados en la imagen retiniana. Por lo tanto, el hecho de que se obtengan idénticos resultados en ambas condiciones sugiere que el sujeto no utiliza una representación basada en la imagen retiniana visualizada y utiliza, en su lugar, una representación perceptiva por la que percibe dos rectángulos en cada condición, estén o no ocluidos. Esta representación emerge en momentos tempranos del procesamiento visual y es debida a la aplicación de los principios de organización perceptiva de la Gestalt.

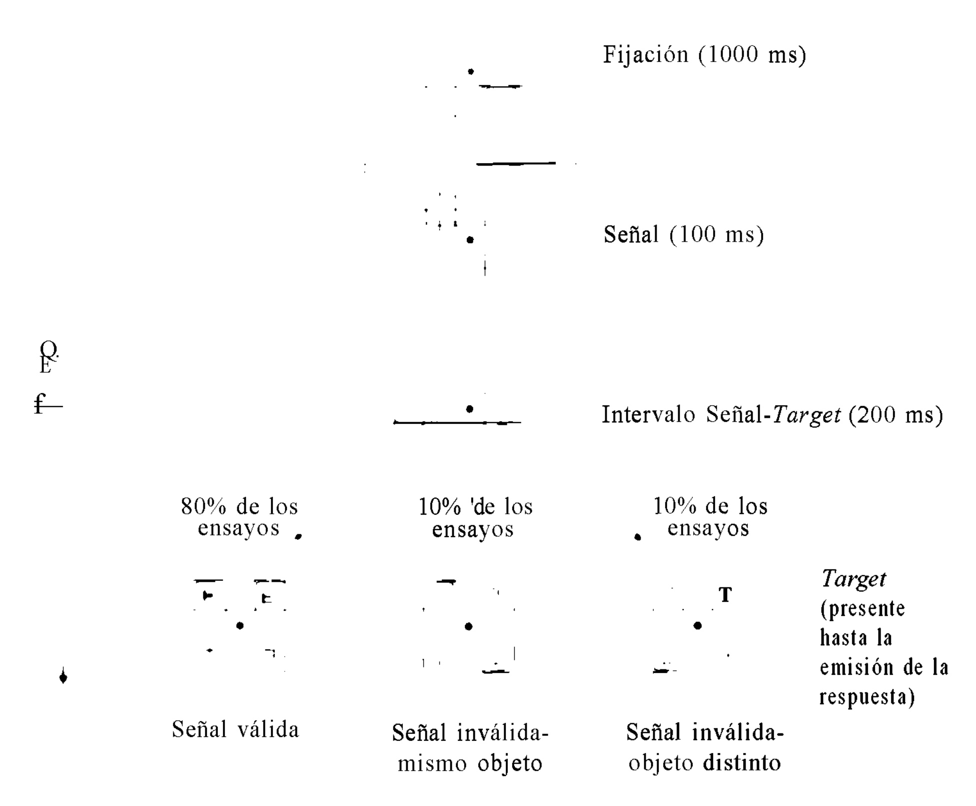


Figura 3.8. Presentación de objetos ocluidos empleada por Moore et al. (1998). En la condición de no oclusión la barra horizontal fue eliminada, mostrando solamente las dos barras verticales.

Fuente: Moore, Yantis y Vaughan, 1998. Reproducida con el permiso de Blackwell Publishers.

Grupos perceptivos y conjunciones ilusorias. Otra manera de crear objetos virtuales en una presentación visual consiste en generar grupos perceptivos aplicando los principios de agrupamiento de la Gestalt. Por ejemplo, Prinzmetal (1981) recurrió a la proximidad para generar presentaciones que podían ser procesadas como grupos diferentes. La figura 3.9 muestra diversos tipos de ensayos utilizados en este trabajo. Un grupo perceptivo estaba constituido por una fila de cuatro círculos y era equiparable a un objeto. En cada ensayo aparecían dos grupos (filas) que fueron expuestos brevemente (uno encima de otro). La tarea de los sujetos fue indicar si en cualquiera de los ocho círculos aparecía una cruz *(target).*

El razonamiento de Prinzmetal fue curioso. Si la atención se dirige hacia los objetos (es decir, hacia los grupos o filas), la aparición de conjunciones ilusorias en los ensayos carentes de *target* (es decir, falsa combinación de un segmento horizontal y otro vertical que crean la ilusión de haber visto una cruz inexistente) será mucho más probable cuando ambos segmentos formen parte del mismo grupo (misma fila) que cuando estén en distintos grupos (filas diferentes). Efectivamente, en la condición "*target* ausente/conjunción", cuando un segmento vertical y otro horizontal estaban presentes en la misma fila (condición "mismo objeto"), los sujetos indicaron ilusoriamente haber visto una cruz en un 25% de las ocasiones. Este porcentaje de errores disminuyó al 18% si cada segmento de la cruz aparecía en un grupo diferente (condición "objeto diferente"). Por su parte, en la condición "*target* ausente-sin conjunción" los sujetos apenas dijeron haber percibido ilusoriamente una cruz, pues en estas condiciones los segmentos tenían la misma orientación.

Figura 3.9. Presentaciones utilizadas por Prinzmetal (1981). Se mostraron dos filas de cuatro círculos en cada ensayo, siendo la tarea indicar si una cruz estaba presente.

	mismo objeto	objeto diferente
Target presente	©oeo o o o o	© o o o oooo
Target ausente-conjunción	ooeo oooo	oooo ©ooo
Target ausente-sinconjunción	©o©o oooo	©ooo ©ooo

Fuente: adaptado de Prinzmetal, 1981.

En definitiva, los resultados demuestran que las personas procesan todas las características de un mismo grupo perceptivo u objeto a la vez, lo que favorece las propuestas de los modelos atencionales basados en el objeto.

Conclusión: ¿espacio u objeto? Las últimas evidencias revisadas apuntan a que la atención también operaría directamente sobre los objetos, incluso cuando dichos objetos se encuentran presentes de modo virtual, ilusorio o no real. No obstante, no debemos ignorar la importancia del espacio pues también sabemos que la localización espacial es un factor importante durante la selección. En definitiva, podemos afirmar a modo de conclusión que tanto el espacio como los objetos pueden ser el destino de la atención, de forma flexible, dependiendo de las demandas de la tarea (Tipper y Weaver, 1998). Aunque la selección basada en el espacio es una norma habitual de proceder, este tipo de operativa puede verse en gran medida influida por expectativas arriba-abajo generadas a partir de representaciones basadas en el objeto (Treisman, 1998). Los hallazgos expuestos, que demuestran cómo la selección orientada hacia el objeto puede estar modulada por características espaciales, refrendarían esta idea integradora (Tsal y Lamy, 2000; Weber, Kramer y Miller, 1997).

10. Búsqueda visual

En la mayor parte de tareas cotidianas la atención se necesita para buscar algo y localizarlo. Esta búsqueda puede variar en complejidad: desde detectar una simple señal (localizar la luz de un semáforo, atenderla y esperar el verde) hasta actividades más complejas como localizar un tumor en una radiografía o encontrar a un amigo entre la muchedumbre.

En el laboratorio, las tareas de búsqueda visual[13] consisten en localizar un *target* (p. ej.: una barra blanca) entre un grupo de distractores (p. ej.: barras grises). En algunos ensayos el *target* estará presente, mientras que en otros estará ausente. Por norma general, la búsqueda será sencilla cuando el *target* se defina por una característica única, como es el caso del color

[13] Véase en el Anexo II una descripción de los principales paradigmas de búsqueda.

en el panel derecho de la figura 3.10. Sin embargo, la búsqueda resultará más complicada cuando el *target* esté definido por una *conjunción* de dos o más características, como el color y la orientación en el panel izquierdo de la figura 3.10. Como se puede suponer, esta mayor dificultad utilizando conjunciones es debida a que los *targets* y los distractores tienden a ser, visualmente, más semejantes entre sí.

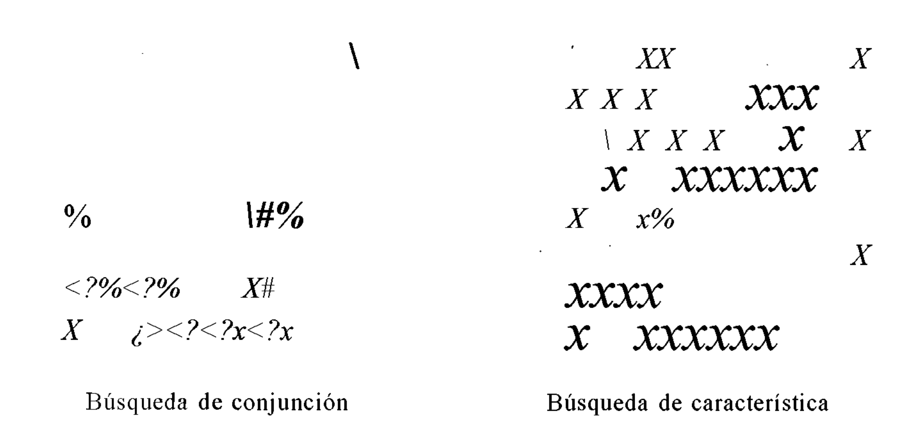


Figura 3.10. Ejemplos de presentaciones de búsqueda visual. En ambas, el *target* es una barra blanca orientada 45° hacia la izquierda. El *target* emerge o resulta saliente en la condición de búsqueda de características, pero es más difícil de encontrar en la condición de búsqueda de conjunciones.

En tareas de búsqueda visual el rendimiento se evalúa mediante dos variables dependientes: la velocidad de la respuesta y la precisión. En la primera, se mide el tiempo necesario que necesita el sujeto para indicar si el *target* está o no presente. En la segunda, se expone la presentación durante un tiempo limitado y se registra el total de aciertos y errores al indicar si hay o no un *target* presente. Dos resultados son característicos en las tareas de búsqueda: (1) el tiempo de búsqueda de un *target* se incrementa conforme lo hace el número de ítems de la presentación (el *tamaño de la presentación* o *tamaño del conjunto* -*set size*-), pero sólo en el caso de búsqueda de un *target* definido por conjunciones, no en el caso de un *target* definido por una característica; y (2) en el caso de conjunciones, los tiempos de búsqueda son mayores cuando no aparece *target* en la presentación (*target ausente)* que cuando sí aparece (*target presente).* Para explicar estos resultados se ha recurrido a un modelo de búsqueda serial y autoterminada.

El modelo de búsqueda serial autoterminada. El hecho de que el tiempo de búsqueda de conjunciones dependa del número de ítems presentados (del tamaño del conjunto) sugiere que el proceso de búsqueda es *serial.* Es decir, cada ítem debe ser escrutado, uno tras otro, para comprobar si se corresponde o no con el *target.* Por lo tanto, cuantos más ítems contenga la presentación mayor será el tiempo de búsqueda.

Respecto al segundo de los resultados, esto es, que los tiempos de búsqueda de una conjunción son más rápidos cuando hay *target* que cuando no lo hay, se supone que en el primer caso los sujetos detienen la búsqueda cuando el *target* es localizado, mientras que en el segundo están obligados a explorar todo el conjunto. Observe que, cuando el *target* está presente, la atención requiere explorar, por término medio, la mitad de los ítems para localizarlo: en algunos ensayos la localización podrá darse en el primer ítem explorado, en otros ensayos se localizará en el último, y en otros se producirá en los ítems intermedios. Sin embargo, si no hay *target* el sujeto está obligado a explorar todos los ítems antes de comunicar la ausencia del mismo. Observe en la figura 3.11 cómo la función que relaciona el tiempo de búsqueda con el número de ítems de la presentación muestra una pendiente el doble de pronunciada en la condición de ausencia de *taiget* que en la de presencia. Por esta razón, el *modelo de búsqueda serial autoterminada* permite, al examinar la función de búsqueda, estimar el promedio de tiempo que ocupa explorar cada uno de los ítems de la presentación.

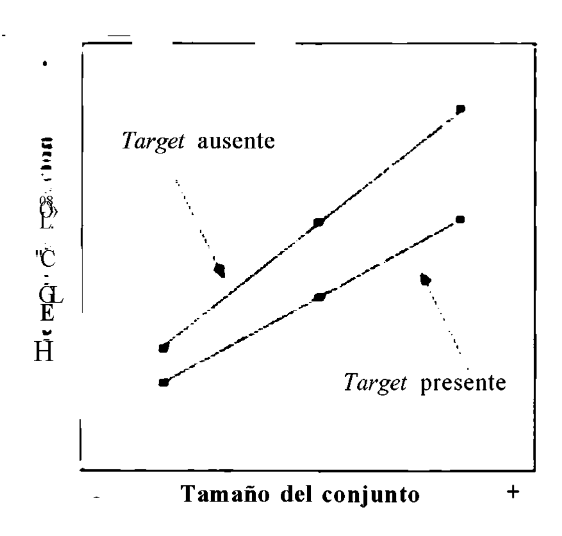


Figura 3.11. Relación entre el tamaño del conjunto estiular (número de ítems presentados) y el tiempo de reacción en una tarea de búsqueda visual serial autoterminada.

Búsqueda serial vs en paralelo. El modelo de búsqueda serial autoterminada explica adecuadamente la búsqueda de un *target* definido por conjunciones. Pero, ¿qué podemos decir cuando el *target* está definido por una característica distintiva única? Los primeros trabajos de búsqueda visual admitían que la localización de un *target* definido por una característica distintiva podía hacerse procesando en paralelo, a la vez, todos los ítems expuestos. Esta es la razón por la que la búsqueda de una característica se suele denominar "búsqueda en paralelo", mientras que la búsqueda de conjunciones es conocida como "búsqueda serial". Esta disociación entre búsqueda serial y búsqueda en paralelo fue uno de los fundamentos que inspiraron a las teorías clásicas de búsqueda visual (p. ej.: Treisman y Gelade, 1980).

Sin embargo, esta dicotomía ha perdido relevancia para los teóricos más actuales (Treisman, 1998) e, incluso, es a veces rechazada (Duncan y Humphreys, 1989; Wolfe, 1994). En lugar de concebirla en términos de una dicotomía serial o en paralelo, es mucho mejor entender la búsqueda como un mecanismo con diverso grado de eficiencia, debiendo ser el objetivo del investigador el de analizar los factores que la afectan (Wolfe, 1998). Una búsqueda altamente eficiente (p. ej.: localizar una línea vertical entre líneas horizontales) genera funciones con una pendiente de búsqueda de cero; es decir, el tiempo necesario para determinar si el *target* está o no presente no depende del número de ítems de la presentación. Por su parte, una búsqueda ineficiente (localizar un *target* definido por una conjunción de color y orientación) puede suponer tiempos de búsqueda de unos 30 ms por ítem, por lo que la pendiente de la función de búsqueda será mucho más pronunciada que la del caso anterior.

10.1. La teoría de la integración de características (TIC)

En una tarea de búsqueda visual el observador debe ser capaz de filtrar las múltiples características de los estímulos con objeto de localizar el *target* (p. ej.: seleccionar una H roja entre múltiples H verdes y T rojas). Sin lugar a dudas, el descubrimiento más relevante obtenido durante décadas de investigación apunta a que la eficacia de la búsqueda dependerá de la naturaleza y combinación de las características de la presentación. Por lo tanto, los modelos de búsqueda visual y atención selectiva conceden un

importante papel al procesamiento de las características que definen los objetos.

Fundamentos y operativa de la TIC. La *teoría de la integración de las características* (TIC) fue propuesta originalmente por Treisman y Gelade (1980). Sostiene que las características elementales que constituyen los objetos -su color, orientación, frecuencia espacial, brillo, la dirección de movimiento, etc. - se detectan en una primera fase preatencional, de forma automática y en paralelo, a lo largo de todo el campo visual. Es decir, todos los *bits* básicos o elementales de información que aparecen en una presentación estimular y que definen los estímulos (p. ej.: parches de color, líneas, segmentos, bordes, movimiento, etc.) están presentes en un estadio previo que no requiere atención. En una fase de procesamiento posterior, a partir de estos elementos básicos de información, y mediante su combinación, emergen los objetos significativos que percibimos. Es precisamente *este proceso combinatorio, de aglutinado o "pegado " de características entre sí, el que requiere la participación de la atención,* la cual operaría según criterios de localización espacial (es decir, la TIC es una teoría *space-based).* Teniendo como referencia la figura 3.12, veamos cómo opera el modelo.

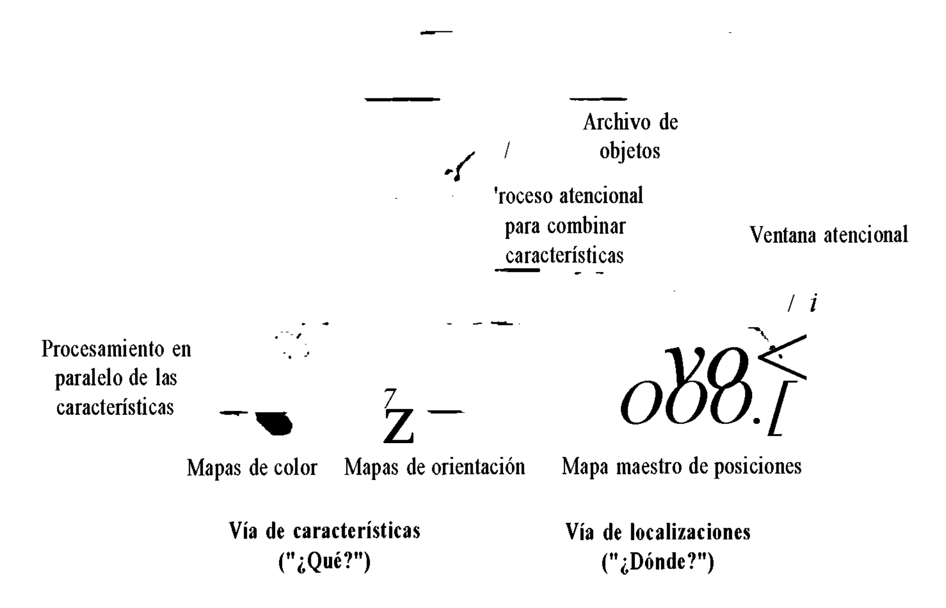


Figura 3.12. Teoría de la integración de características (TIC).

En la TIC, la selección de las características mediante la atención recurre al denominado *mapa maestro de posiciones.* Este mapa contiene todas las ubicaciones espaciales en las que se han detectado las diversas características (p. ej.: color gris y orientación vertical). Cada una de las posiciones de este mapa se ha generado a partir de mapas previos de características. Estos *mapas de características* se generan, como dijimos, durante una fase previa de procesamiento, en paralelo para todas las características detectadas (p. ej.: mapas con los distintos colores -gris, negro- o mapas con las diversas orientaciones -vertical, oblicua-). Pues bien, al focalizar la atención en una ubicación del mapa de posiciones (ventana atencional en 3.12), se activan todas las características presentes en dicha posición atendida (en el ejemplo de la figura, el color gris y la orientación vertical). Estas características activadas se "pegan" o fusionan entre sí, generando el denominado *archivo del objeto.* Este archivo del objeto corresponde a una representación temporal del objeto percibido que se compara con otras representaciones almacenadas en nuestra memoria (llamados "marcos del objeto"). De esta manera, la identificación o reconocimiento de un objeto o *target* se produce cuando existe una correspondencia entre el archivo del objeto y alguno de los marcos del objeto dispuestos en memoria.

Fallos de la atención y **presencia de conjunciones ilusorias.** Como acabamos de indicar, Treisman y Gelade (1980) atribuyeron un papel central a la atención en la TIC, a la que responsabilizan de la fusión de características. En ausencia de atención, es muy probable que el proceso de aglutinado o pegado de características sea incorrecto, obteniéndose identificaciones erróneas de los objetos. Por ejemplo, suponga que pedimos a los sujetos buscar una "O amarilla" entre múltiples letras coloreadas (Treisman y Schmidt, 1982). Si solamente se ejecuta esta tarea de búsqueda, la detección transcurre sin problemas. Pero si exigimos realizar a la vez una tarea secundaria añadida que ocupe recursos atencionales (comparar entre sí unos dígitos presentados a izquierda y derecha en el monitor) el rendimiento de la tarea primaria de búsqueda disminuye bruscamente. Un descubrimiento habitual en estos casos es que, en aquellos ensayos en los que no aparece el *target (target* ausente), los sujetos en numerosas ocasiones creen equivocadamente haberlo visto, siempre que una letra amarilla y una O de otro color se presenten a la vez. Es decir, cuando la atención está ocupada en otra tarea secundaria, la integración correcta de características se dificulta, por lo que emergen *conjunciones ilusorias* entre letra y color en la tarea de búsqueda principal.

La naturaleza de las características. Un modelo como el propuesto por la TIC, que incorpora mapas separados para cada una de las características, sólo es útil en la medida en que seamos capaces de determinar qué entendemos por características básicas. Según Treisman y Gelade (1980) las características deben satisfacer algunos criterios: (1) deben disponer de saliencia visual o capacidad para atraer la atención durante la búsqueda *(attentional pop out)*. (2) Deben, también, permitir la segregación de texturas, es decir, definir los límites de un objeto a partir de las texturas que lo constituyen (p. ej.: una superficie rugosa de un objeto que coincide con la superficie lisa de otro genera un límite entre ambas texturas; o una superficie roja frente a otra azul). (3) Finalmente, deben tener la posibilidad de recombinarse entre sí, pudiendo generar, incluso, conjunciones ilusorias. Algunas características que satisfacen estos criterios son, por ejemplo, el color y la orientación (Enns y Rensink, 1990).

Dijimos que los mapas de características sirven para representarlas y que estas características precisan de la atención para combinarse ("pegarse") entre sí constituyendo objetos significativos. Además de para aglutinar diferentes características, previsiblemente la atención puede ser requerida también para combinar valores distintos de una misma característica o dimensión. Esto es útil para salvar algunas dificultades existentes relacionadas con el número limitado de mapas de características de una dimensión. Por ejemplo, sea el color púrpura. Subjetivamente es una combinación de azul y rojo. Pues bien, es posible que los mapas de características relativos a una dimensión como el color estén limitados en número, de tal modo que el color púrpura pudiera ser construido a partir de una conjunción entre el mapa rojo y el mapa azul (Treisman, 1998). Esta integración entre el mapa rojo y el azul requeriría la participación de la atención. De hecho, la búsqueda de un *target* púrpura empeora notablemente entre distractores rojos y azules, que cuando se realiza entre distractores de otros colores. En definitiva, si el número de mapas de una característica, como el color, está limitado, la atención puede ser utilizada para superar esta limitación aplicando la combinatoria referida.

Revisiones posteriores de la TIC. La versión original de la TIC, propuesta por Treisman y Gelade en 1980, consideraba que las características de un objeto (el qué) se representaban con independencia de su ubicación espacial (el dónde). Es decir, los mapas de características eran relativamente independientes del mapa de posiciones. Como hemos explicado, a la ubicación espacial, o mapa de posiciones, sólo se recurría cuando había

que fusionar o "pegar" las características entre sí. Sin embargo, algunos hallazgos contradictorios obligaron a Treisman (1998) a reformular la TIC, admitiendo que la disociación entre el "qué" y el "dónde" era más difusa de lo que esta autora y Gelade supusieron originalmente. De hecho, algunos otros investigadores llegaron a defender posiciones extremas, argumentando que las características estaban ya vinculadas a regiones espaciales de la escena desde el mismo estadio preatencional (Cohén e Ivry, 1989).

Pero también hubo que contemplar otras formas de operar de la atención, no reduciéndose a un simple mecanismo que aglutina o pega características entre sí. Sabemos que buscar un *target* definido por una conjunción es menos eficiente que buscar un *target* definido por una única característica. Sin embargo, en ocasiones, la búsqueda de conjunciones puede llegar a ser muy eficiente (Nakayama y Silverman, 1986; Wolfe, Cave y Franzel, 1989). Para explicar este tipo de resultados atípicos, Treisman y Sato (1990) propusieron que, además de su función aglutinadora principal, la atención podría afectar a la actividad del mapa maestro de posiciones a través del mapa de características. Veamos con ayuda de la figura 3.13 cómo puede ser esto.

En esta TIC revisada, la atención podría inhibir las características que son irrelevantes para la búsqueda, de tal modo que aquellas localizaciones del mapa maestro de posiciones que contenga dichas características quedarían a su vez inhibidas[14] (las flechas desde el mapa de características al de posiciones en 3.13 indican este proceso). Se conseguiría, de esta forma, que la búsqueda se restringiera exclusivamente a aquellas localizaciones que contuvieran las características relevantes (ventana atencional en 3.13). Un mecanismo de este tipo podría explicar por qué la dificultad de encontrar un *target* depende no sólo de la semejanza del *target* con los distractores (a mayor semejanza mayor dificultad), sino también de la semejanza de los distractores entre sí (si todos los distractores son iguales se facilita

[14] Esta reformulación de la TIC considera que existen conexiones inhibitorias desde los mapas de características hacia el mapa maestro de posiciones. La ventaja de admitir este tipo de mecanismo inhibitorio es que, si nos piden buscar un círculo azul, podemos inhibir cualquier ítem que no sea circular o azul, lo que beneficiaría la búsqueda. Pero además, si sabemos que los distractores son cuadrados y azules, podemos inhibir a su vez todo lo que sea azul con forma cuadrangular. Obviamente, cuanta más semejanza exista entre el *target* y los distractores, o más heterogéneos sean los distractores entre sí, más complicado será aplicar este mecanismo inhibitorio, lo que dificultará la búsqueda del *target*.

la búsqueda del *target,* mientras que si hay diversidad de distractores se dificulta -Duncan y Humphreys, 1989-). Por lo tanto, la inhibición o activación de los mapas de características puede afectar a la eficacia de la búsqueda, siempre que el *target* o los distractores activen un conjunto de características propio y exclusivo.

Finalmente, una última novedad recogida por Anne Treisman (1998) en esta reformulación de la TIC sugirió que la atención podía operar permitiendo que el propio archivo del objeto influyera sobre el mapa maestro de posiciones (flechas desde el archivo del objeto hasta el mapa de posiciones en 3.13). En este caso, aquellas regiones del mapa maestro de posiciones inconsistente con el objeto representado serían inhibidas para facilitar la selección en la región relevante (ventana atencional). Este tipo de influencia sería de naturaleza arriba-abajo y podría explicar, por ejemplo, el fenómeno de constancia del objeto; es decir, por qué los objetos nos siguen resultando constantes (el mismo objeto) a pesar de movimientos o desplazamientos en el espacio.

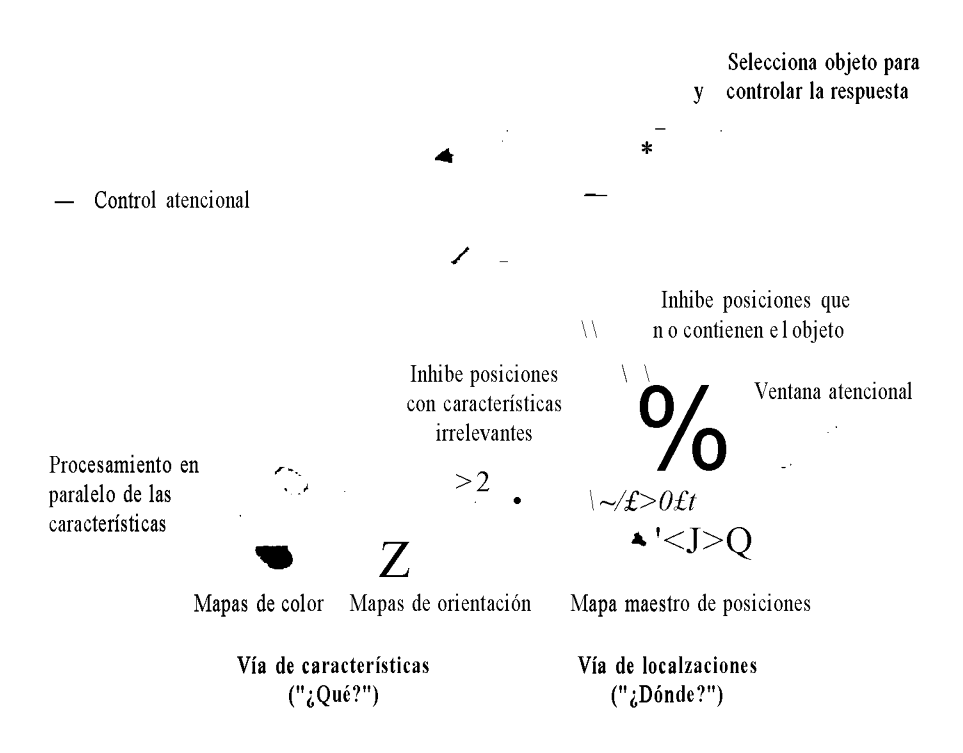


Figura 3.13. Reformulación de la TICs para incluir control atencional basado en el estímulo.

Resumen

La selección es la esencia de la atención. Saber qué es lo que se selecciona, cómo y por qué es un prerrequisito para comprender cualquier tema relacionado con el procesamiento de la información. La investigación sobre selección atencional, más que cualquier otra, ha contribuido a caracterizar, de forma decisiva, la naturaleza de la atención visual.

En este capítulo, hemos expuestos las principales metáforas de la atención y la investigación que ha generado. Esta investigación ha explorado cómo la atención puede ser desplazada o focalizada, y cómo la dirección y grado de focalización afectan al procesamiento del estímulo (o de la respuesta). Uno de los mayores descubrimientos en este ámbito es que, aunque la atención puede ser focalizada en regiones concretas del espacio, su finalidad puede describirse mejor como un mecanismo destinado a destacar los objetos con objeto de facilitar su selección.

Aunque el foco de la atención visual coincide habitualmente con la dirección de la mirada, la realidad es que ambos pueden ser disociados. La orientación de la atención (frecuentemente seguida por el movimiento de nuestros ojos) puede estar supeditada al ambiente (orientación exógena) o bajo control intencional del observador (orientación endógena). Ambos tipos de orientación a menudo interactúan entre sí en tareas de búsqueda visual en las que se requiere localizar un *target* entre distractores.

En 1890 William James afirmó que *todos sabíamos lo que era la atención.* Cuando esta afirmación se contempla desde la perspectiva de la investigación contemporánea, uno podría adaptarla y decir que *todo el mundo tiene un modelo para explicarla.* A pesar de que los modelos atencionales difieren en sus detalles y en el espectro de los descubrimientos que explican, no es menos cierto que tienen numerosos puntos en común.

Ejercicios

1. Distinga entre selección temprana y tardía ¿Por qué el modelo de filtro representa a la perspectiva de la selección temprana?

2. Explique la hipótesis de la carga perceptiva para explicar el procesamiento temprano y tardío.
3. ¿En qué consiste el paradigma de la detección de puntos? ¿Qué demuestra cuando se aplica para estudiar el foco atencional?
4. Explique el papel del córtex frontal durante la inhibición de la información.
5. Distinga entre orientación atencional abierta y encubierta, y entre cambios exógenos y endógenos. ¿Cómo se calculan los costes y los beneficios en un paradigma de señalización tipo Posner?
6. Describa la evidencia que apoya la hipótesis de que la atención dirigida al objeto opera en los momentos tempranos del procesamiento.
7. ¿Qué explica el modelo de búsqueda serial autoterminada?
8. Describa la operativa de la teoría de la integración de características de Treisman (TIC), ¿qué papel desempeña la atención? ¿Qué es una conjunción ilusoria y qué demuestra?

CAPÍTULO 4

Atención auditiva y *crossmodal*

Esquema de contenidos

1. Introducción

Una rápida ojeada a la literatura sobre atención, incluidas las aportaciones del capítulo precedente, nos revelaría que la mayor parte de la investigación realizada a finales del siglo xx se dedicaba a explorar la modalidad visual. Sin embargo, por curioso que parezca, esto no siempre ha sido así. Es bueno saber que los primeros trabajos experimentales sobre atención utilizaron, mayoritariamente, estímulos auditivos para abordar cuestiones críticas, tales como la naturaleza de la atención selectiva y de la dividida o si la selección tenía lugar en fases tempranas o tardías del procesamiento. Hoy en día, el debate que acapara el interés creciente de la comunidad científica gira en torno a la existencia de distintos tipos de atención, vinculados con diferentes modalidades sensoriales. Por ello, la pregunta que debemos formularnos en la actualidad se dirige, más bien, a conocer cómo se integra la información procedente de las diversas modalidades sensoriales (visión, audición y tacto) y si puede existir algo parecido a una especie de controlador atencional central de naturaleza supramodal.

La audición difiere de la visión en diversos aspectos. Por ejemplo, la resolución espacial del procesamiento auditivo es muy diferente a la del procesamiento visual. Mientras que en la visión una variedad de estímulos, dispuestos a lo largo del espacio, se proyecta en posiciones diferentes de la retina, en la audición los estímulos sonoros del ambiente se combinan antes de que se inicie su procesamiento sensorial. Este hecho limita, por lo tanto, el tipo de investigación que se puede realizar utilizando estímulos auditivos. Así, mientras que es posible diseñar experimentos de búsqueda visual utilizando multitud de estímulos diferentes, para un sujeto es imposible procesar más allá de unos pocos estímulos auditivos a la vez. Sin embargo, no es menos cierto a favor de la audición, que se pueden presentar con relativa facilidad diferentes estímulos en ambos oídos, lo que hace que sea más sencillo investigar, por ejemplo, la capacidad que tienen las personas para combinar la información o, por el contrario, para mantener separadas las diversas fuentes sonoras.

En este capítulo, comenzaremos revisando diversas investigaciones que han aplicado el paradigma de escucha dicótica. Este paradigma permite presentar mensajes diferentes en cada oído, aunque de forma simultánea. Expondremos los principales descubrimientos obtenidos, tanto en

atención selectiva -el sujeto atiende al mensaje de un oído e ignora el del otro- como en atención dividida -ambos mensajes deben ser atendidos-, y presentaremos también algunas teorías de la atención que se han propuesto a partir de estos trabajos. A continuación, examinaremos la función de alerta inherente a los estímulos auditivos y discutiremos acerca del papel que juega la predisposición atencional, primordialmente en el ámbito del procesamiento auditivo. Concluiremos exponiendo la investigación sobre atención *crossmodal* en la que se vincula la audición, la visión y el tacto.

2. Atención selectiva auditiva

Entender un mensaje auditivo, o detectar un *target* auditivo, depende de nuestra capacidad para analizar y fragmentar los sonidos complejos en componentes más simples. A este proceso de separar el sonido en elementos o componentes auditivos simples se le conoce como "análisis o segregación del continuo auditivo" (*streaming segregation).* Esta capacidad de segregar los sonidos complejos es la que nos permite diferenciar una fuente de información sonora de otras. Por ejemplo, en la música barroca se utiliza a menudo un instrumento para interpretar dos líneas melódicas, alternando tonos bajos y altos rápidamente. Si la diferencia entre sus respectivas frecuencias es lo suficientemente amplia, la composición será percibida como tal; es decir, como dos líneas melódicas, una compuesta por tonos altos y otra por tonos bajos (Bregman, 1990).

La segregación del continuo es un tema de gran interés en la investigación sobre atención auditiva. Por ejemplo, todos hemos tenido la experiencia de intentar seguir dos conversaciones a la vez. Un clásico ejemplo de ello es lo que se conoce en psicología como el efecto "*cocktailparty* Si estamos en una fiesta hablando con una amiga y, de repente, escuchamos nuestro nombre en otra conversación a nuestra espalda, seguramente intentaremos atender encubiertamente a lo que se dice de nosotros, a la vez que seguimos manteniendo la conversación con nuestra amiga. Otro ejemplo distinto, pero relacionado, consiste en seguir el diálogo de una película sobre el fondo de una conversación ruidosa entre dos personas; ahora, debemos intentar ignorar una fuente sonora para seleccionar otra

de interés. Observe que, en ambos ejemplos, existen dos fuentes de información auditiva que se reciben simultáneamente y deben segregarse. En el primer caso, intentamos seguir dos conversaciones simultáneamente (atención dividida), mientras que, en el segundo, intentamos seguir una conversación a la vez que ignoramos la otra (atención selectiva). En esta sección trataremos la segunda de las cuestiones, es decir, la atención selectiva, y dejaremos para un apartado posterior el tema de la atención dividida.

2.1. Escucha dicótica: el sombreado

En los años cincuenta del siglo pasado se desarrolló el denominado *paradigma de escucha dicótica*[1]. Se denomina así porque dos fuentes diferentes de información auditiva se presentan por separado en cada uno de los oídos del sujeto. Por ejemplo, podemos escuchar una lista de dígitos en un oído y una lista de palabras en el otro. Por norma general, bajo condiciones de escucha dicótica es mucho más sencillo seleccionar un único mensaje que bajo condiciones de escucha cotidiana (Egan, Carterette y Thwing, 1954). La presentación dicótica genera la impresión de escuchar dos flujos auditivos separados, cada uno de ellos localizado más o menos en el oído correspondiente. La localización de los mensajes dicóticos es mucho más marcada y de una naturaleza distinta a la escucha habitual.

Colin Cherry (1953) fue el primer investigador en aplicar el paradigma de escucha dicótica para estudiar la atención. Es sus experimentos, pidió a los sujetos que *sombrearan* -repitieran rápidamente y sin demora- uno de los mensajes (p. ej.: el del oído derecho) e ignorasen el otro (el del oído izquierdo). Esta tarea de "sombreado" se realizaba sorprendentemente bien. Al finalizarla, cuando a los sujetos se les preguntaba sobre la información presentada en el oído no atendido o no sombreado, se descubrió que eran incapaces de informar del contenido del

[1] En el Anexo II dispone de una descripción completa del paradigma, así como de sus variantes: sombreado (*shadowing*) y amplitud dividida (*split-span*). En condiciones de escucha dicótica se suelen emplear auriculares. La experiencia es semejante a escuchar una composición estereofónica pura, en la que el sonido de un instrumento se emite por un canal y el de otro instrumento por el alternativo.

mensaje allí presentado, siendo su única percepción la de haber escuchado sonidos.

Mediante distintas manipulaciones del mensaje no atendido, Cherry quiso comprobar qué tipo de información ignorada se podía captar, a pesar de instruir a los sujetos a que atendieran exclusivamente al oído sombreado. Se descubrió, por ejemplo, que casi ningún sujeto era capaz de detectar un cambio de idioma -del inglés al alemán-, ni tampoco fueron capaces de detectar que un mensaje en inglés era reproducido en sentido inverso. Sin embargo, sí se percataron de cambios en el género del hablante (la voz pasaba de hombre a mujer, es decir, había un cambio de tono), así como de la presentación puntual de un tono de 400 Hz. En definitiva, parecía que *determinadas propiedades físicas del mensaje ignorado eran detectadas; pero aspectos más elaborados como el lenguaje, las palabras individuales o el contenido semántico pasaban desapercibidas* (Cherry 1953, pg. 978), lo que favorecía a las propuestas de la selección temprana que expusimos en el tema anterior.

Otro investigador, Neville Moray (1959a), quiso comprobar si, en efecto, las personas eran tan insensibles al canal no atendido, como apuntaban los datos de Cherry. En una tarea de sombreado, Moray presentó treinta y cinco veces una misma lista de palabras en el oído no atendido. Descubrió que la probabilidad de recordar alguna de estas palabras fue tan baja como la de recordar palabras que nunca fueron presentadas. Aunque, sorprendentemente, también descubrió que si el mensaje presentado en el oído no atendido era el mismo que el del oído atendido, los sujetos se percataban de la semejanza, siempre y cuando el desfase o diferencia temporal entre las palabras repetidas de ambos canales no excediera de unos escasos segundos (Cherry, 1953; Treisman 1964b).

Este último resultado de Moray supuso un serio revés para las teorías de la selección temprana de filtro rígido que vimos en el capítulo previo, desde las que se postulaba la presencia de un filtro, del tipo todo o nada, que seleccionaba la información auditiva según ciertas propiedades físicas, tales como la localización del mensaje atendido (Broadbent, 1958). El resultado de Moray demostraba que esto no necesariamente era así, pues el sujeto parecía haber procesado mucha más información del oído ignorado que la que realmente estaba atendiendo conscientemente en el oído sombreado. Es decir, el mensaje no atendido se procesaba también hasta un punto inmediatamente anterior a la experiencia consciente, hasta justo antes de que la

información accediera a la consciencia y pudiera comunicarse abiertamente (Deutsch y Deutsch, 1963). Si esta información no atendida recibía un poco más de activación -porque acaba de ser escuchada en el oído atendido- atraería la atención de los sujetos y éstos serían conscientes de ella (lo que estaría en consonancia con la propuesta del filtro atenuado de Treisman, expuesta en el capítulo anterior; Treisman, 1960, 1964a).

2.2. Factores que facilitan la selección

A partir de los hallazgos obtenidos en estos trabajos pioneros aplicando el paradigma de escucha dicótica, se llegó a la conclusión de que los oídos se comportaban como dos canales de procesamiento relativamente independientes. Por este motivo, el interés primario de los investigadores fue comprobar cómo algunas propiedades físicas del mensaje sombreado permitían su selección en detrimento del mensaje alternativo, entre ellas la ubicación espacial, el desfase temporal y el tono.

Localización espacial. Al igual que en la vida real, el lugar de procedencia de un mensaje en escucha dicótica -el oído sombreado- es una clave que permite su selección frente al mensaje alternativo (Scharf y Buus, 1986). No obstante, se sabe que la resolución espacial auditiva es muy limitada, por lo que el número de mensajes que pueden atenderse e ignorarse es también limitado. Esto se ha comprobado creando un "tercer" canal como resultado de presentar, mediante auriculares, un tercer mensaje de igual intensidad en ambos oídos. En estos casos el oyente tiene la impresión de que el mensaje proviene del centro de la cabeza, algo que el lector habrá apreciado cuando escucha música con auriculares. Aplicando este procedimiento se sabe que el sombreado de un canal es posible si se presenta simultáneamente un mensaje a ignorar en un segundo canal; pero si se presentan mensajes en los tres canales a la vez, el sombreado de uno de ellos se deteriora espectacularmente (Treisman, 1964a). Es decir, los oídos actúan a modo de canales de procesamiento diferentes, pero el potencial de interferencia entre ellos es elevado si el número de canales activos se incrementa. Por lo tanto, atender a un mensaje auditivo relevante teniendo en cuenta su localización espacial tiene sus limitaciones.

Desfase temporal. En condiciones de escucha dicótica, la selección del mensaje que tiene que ser sombreado a veces es dificultosa o prácticamente

imposible. Por ejemplo, suponga que sincronizamos las palabras que se presentan en cada oído mediante un procedimiento de digitalización, de tal manera que la pronunciación de cada palabra dure exactamente 250 ms. Conseguimos, así, que las palabras del oído izquierdo coincidan temporalmente con las del oído derecho. Cuando esto sucede, los sujetos cometen numerosos errores de sombreado, y algunas palabras del oído no atendido que deben ignorarse se inmiscuyen entre las palabras que se sombrean (Treisman y Riley, 1969). Por esta razón, para facilitar la selección del canal relevante en escucha dicótica, es necesario en ocasiones separar ambos mensajes aplicando un pequeño desfase temporal entre ellos. Por lo tanto, bajo condiciones dicóticas, además de la localización física del mensaje, la existencia de una asincronía o desfase temporal entre las palabras de cada uno de los mensajes es también un importante factor que facilita la selección.

Tono (frecuencia). Sabemos que los sujetos del experimento de Cherry advirtieron el cambio de género del narrador del mensaje no sombreado -de hombre a mujer, o viceversa-, lo que indica que eran conscientes del tono del mismo aunque no lo atendieran activamente. Esta observación apunta a que el tono actúa como filtro y facilita la selección de una información en detrimento de otra, en línea con la teoría de Broadbent expuesta en el tema previo (Treisman, 1964c). Por esta razón, las personas tenemos más facilidad para atender a un mensaje e ignorar el alternativo cuando las voces de cada uno de ellos son de género diferente que cuando son del mismo género.

2.3. El procesamiento semántico de la información no atendida

Aunque los primeros trabajos de escucha dicótica se dedicaron a explorar la eficacia de algunas propiedades físicas para facilitar la selección del mensaje atendido (localización, desfase o tono), los estudios posteriores se interesaron por conocer qué tipo de información podía "adquirirse" del canal no atendido.

Un primer descubrimiento, cuanto menos curioso, fue que numerosas personas eran capaces de escuchar su propio nombre en el canal ignorado. Por ejemplo, Moray (1959) advirtió que la secuencia "*puedes parar ahora*", presentada en el oído no sombreado, hizo que sólo un 8% de los participan-

tes detuvieran la tarea. Sin embargo, cuando esa misma secuencia estuvo precedida por el nombre del sujeto (p. ej.: *"Ana, puedes parar ahora")* el número de participantes que detuvieron la ejecución alcanzó el 33%.

Otro interesante descubrimiento de cómo se procesa el canal no atendido fue advertido por Treisman (1960). Esta investigadora presentó dos mensajes diferentes. Ambos eran relatos significativos y estaban grabados por la misma voz (p. ej.: "vi a la niña saltando en la calle" y "devuélveme hoy el libro de física"). Los mensajes fueron fraccionados, de forma que la primera mitad de cada mensaje fue presentado en un oído y la otra mitad en el otro. Aunque se instruyó a los participantes para que atendieran y sombrearan todo aquello que se presentaba en un único oído, a menudo "saltaron" al canal no atendido en el punto en el que el mensaje se fraccionaba y pasaba al otro canal. Cuando sucedía esto, los sujetos generalmente regresaban al canal originalmente atendido tras una o dos palabras escuchadas. Por ejemplo, si la secuencia presentada para sombrear en el oído izquierdo era "vi a la niña el libro de física" y la presentada a ignorar en el derecho, era "devuélveme hoy saltando en la calle", uno de los participantes sombreó "vi a la niña *saltando* el libro de física". Este resultado demuestra que la información del canal no atendido podría ser analizada en un *nivel semántico,* o al menos que este análisis semántico se practicaría en el momento en el que el mensaje atendido dejara de tener sentido. En definitiva, al igual que la pronunciación de nuestro nombre en el canal no atendido puede captar nuestra atención, las palabras que deben ignorarse, pero que se ajustan al contexto de una oración sombreada, también pueden hacerlo.

Esta idea del procesamiento semántico del canal irrelevante fue comprobada también en un experimento de Corteen y Wood (1972). Estos investigadores condicionaron a las personas a esperar una leve descarga eléctrica al escuchar el nombre de ciertas ciudades. Posteriormente, los participantes realizaron una tarea de escucha dicótica, en la que el mensaje no atendido incluía los nombres de las ciudades condicionadas, mezclados con nombres de otras ciudades y palabras no relacionados. Los participantes afirmaron no ser conscientes de haber escuchado el nombre de ninguna ciudad en el oído no atendido, pero curiosamente mostraron cambios significativos en la conductancia eléctrica de la piel (una respuesta psicofísiológica asociada con el estrés) cuando aparecieron los nombres de las ciudades condicionadas, comparados con el resto de palabras. Por lo tanto, aunque los nombres de las ciudades condicionadas no superaron el

umbral de la experiencia consciente, parece que sí fueron analizados semánticamente en un plano inconsciente.

Aunque los resultados de Corteen y Wood son consistentes con la existencia de un análisis semántico de las palabras del canal no atendido, esto no implica, necesariamente, que toda la información de dicho canal acceda a la consciencia. De hecho, recuerde que sólo el 33% de los sujetos reconoce su propio nombre en una tarea de escucha dicótica. Para que la información categorizada acceda a la consciencia y sea comunicada abiertamente por el sujeto se requiere la participación de la atención, lo que iría en línea con las propuestas de la selección tardía.

3. Atención dividida auditiva

Hasta ahora hemos descrito cómo los mecanismos selectivos permiten atender a un único canal informativo, en detrimento de otro. Sin embargo, en muchas tareas, el problema no es tanto atender a una única fuente de estimulación, sino dividir la atención entre diversas fuentes. Si suena el teléfono cuando estamos intentando escuchar la información meteorológica en la televisión, tal vez seamos capaces de descolgar y atender a nuestro interlocutor, a la vez que prestamos atención al meteorólogo. Sin embargo, para la mayor parte de las personas, esto constituye una hazaña difícil de conseguir. En esta sección vamos a describir algunos paradigmas que se han utilizado para estudiar nuestra capacidad de dividir la atención entre diferentes fuentes de información acústica y expondremos los principales descubrimientos obtenidos.

3.1, Escucha dicótica: la técnica de amplitud de memoria dividida *(split-span)*

Hemos explicado cómo, utilizando el paradigma de escucha dicótica, las personas pueden dirigir su atención hacia una única fuente de estimulación en detrimento de otra, siempre que dicha fuente esté bien definida por una propiedad básica como es la localización espacial, el desfase temporal o el tono. Algunas modificaciones incorporadas en el paradigma de

escucha dicótica permitieron, además, analizar la habilidad de las personas para dividir su atención entre diferentes fuentes o canales. Una de estas modificaciones fue la denominada *técnica de amplitud de memoria dividida (split-span).* En la técnica de amplitud dividida o *split-span,* una lista de ítems se fracciona en dos listas más cortas que se presentan, cada una de ellas, en un oído. La diferencia con la técnica del sombreado reside en que, ahora, el sujeto debe atender a ambos oídos a la vez (atención dividida) y, una vez finalizada la presentación estimular, recordar lo que ha escuchado en ambos.

Broadbent (1954) utilizó este procedimiento y presentó dos listas diferentes, formada cada una de ellas por tres dígitos, que se emitieron a una tasa de dos dígitos por segundo. Como se observa en la figura 4.1, el descubrimiento más sorprendente fue que los sujetos tendían a recordar los dígitos agrupados por cada canal de presentación, primero un oído y después el otro (4-9-8; 7-5-2), pero no agrupados según la secuencia temporal de aparición (4-7, 9-5, 8-2). Broadbent (1956), en línea con su idea de filtro selectivo, explicó este resultado argumentando que la selección de la información se producía en fases tempranas del procesamiento, *recurriendo a propiedades físicas* de la información tal como la localización espacial del mensaje. De esta forma, mientras el mensaje de uno

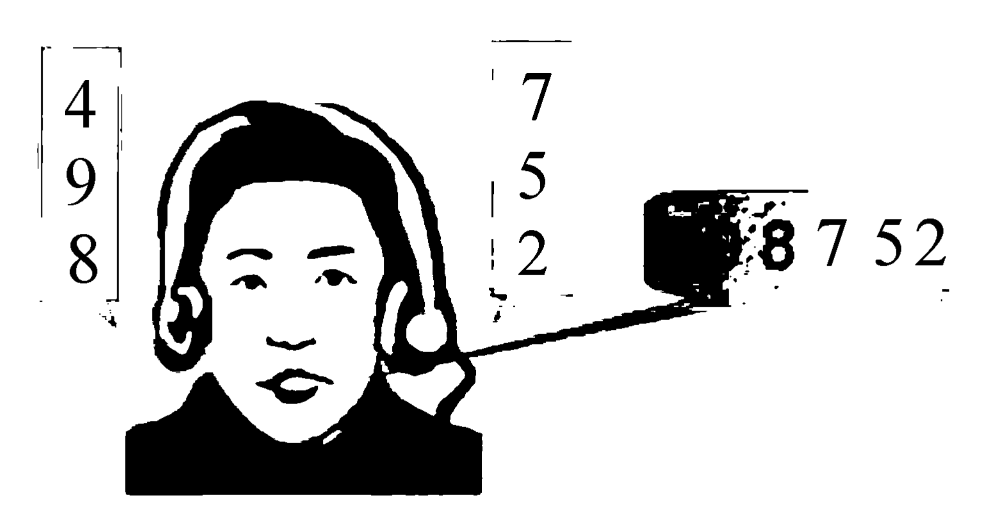


Figura 4.1. Experimento utilizando la técnica de la amplitud dividida *(split-span).* Los participantes reportan los dígitos presentados en un oído seguidos por los dígitos presentados en el otro, en lugar de reportar los pares de dígitos simultáneos según su orden de presentación (p. ej.: 4-7, 9-5, 8-2).

de los oídos era atendido, el otro mensaje se mantenía en espera en una especie de almacén, de tal forma que el filtro atencional cambiaría al oído alternativo después de que se comunicaran los dígitos del primer oído.

Contrarios a las propuestas de selección temprana de Broadbent, algunos trabajos posteriores demostraron que la selección de los ítems podía realizarse también recurriendo a *propiedades semánticas,* y no sólo mediante claves físicas como la localización (Bartz, Satz y Fennell, 1967). Si se presentaba en cada oído una lista compuesta por dígitos y monosílabos (oído derecho: *who-3-there,* oído izquierdo: *2-goes-9),* los sujetos tendían a recordarlos según el canal, primero un oído y luego el otro, al igual que en el estudio de Broadbent. Sin embargo, si se pedía que los seleccionaran categorialmente, es decir, recordar primero los dígitos y luego las palabras lo hacían sin mayores problemas; de hecho, varios sujetos, espontáneamente, recordaban los ítems agrupados, primero según la frase familiar "*who goes there*" seguido de los dígitos "2 3 9" (Gray y Wedderburn, 1960).

3.2. Tareas de detección auditiva

En las tareas de detección auditiva los participantes escuchan secuencias o series de estímulos auditivos, debiendo indicar cuándo han escuchado un determinado *targeV,* por ejemplo, deben presionar un pulsador cuando detecten un tono de 1200 Hz entre secuencias de tonos de otras frecuencias o sobre un fondo de ruido blanco[2].

En principio, las personas tenemos buena capacidad para dividir nuestra atención entre ambos oídos y detectar *targets* relevantes aislados que pueden aparecer en cualquier de ellos (Sorkin, Pohlmann y Gilliom, 1973). En estos casos, la detección es buena (1) si se presenta un único *target* en un momento dado y (2) en caso de que se utilicen varios *targets,* estos se discriminan adecuadamente entre sí (pertenezcan a frecuencias muy diferentes). Cuando esto sucede, nuestra atención auditiva se "configura" para distribuirse adecuadamente entre uno u otro oído.

[2] El ruido blanco es aquél formado por todas las frecuencias del espectro, de tal manera que ninguna de ellas sobresale sobre las otras. Es semejante al que escuchamos en un televisor desintonizado, cuando aparece la pantalla blanca con multitud de puntitos negros que parecen moverse.

Sin embargo, el problema surge cuando debemos detectar dos *targets* que aparecen al mismo tiempo, uno en cada oído (el llamado "déficit del doble *target").* Esta tarea es muy dificultosa y demuestra que la atención no se puede compartir apropiadamente entre ambos oídos. Es decir, podemos dirigir la atención a múltiples fuentes estimulares, pero parece emerger un cuello de botella en el procesamiento cuando se requiere detectar varios estímulos relevantes que aparecen a la vez. Se sabe, también, que el déficit del doble *target* aparece, incluso, cuando los sujetos saben de antemano en qué oído se presentará un *target,* lo que a priori facilitaría la detección simultánea del otro *target* en el oído alternativo.

En conclusión, tal como sucedía en las tareas de búsqueda visual que expusimos en el tema previo, en donde la localización de conjunciones era más difícil que la localización de una característica única, dividir la atención auditiva entre diferentes canales para detectar estímulos relevantes simultáneos es mucho más difícil que atender exclusivamente a una única fuente de información (Schneider y Shiffrin, 1977).

4. Funciones de alerta de la atención auditiva

Aunque girar la cabeza o poner nuestra mano alrededor de la oreja, a modo de "trompetilla", puede incrementar ligeramente la recepción del sonido -pues al hacerlo se consigue que sea más intenso o prominente-, la realidad es que nuestra capacidad para atender a estímulos sonoros es, en gran medida, independiente de la posición de la cabeza y de los oídos. Por lo tanto, "*esta neutralidad del sistema auditivo lo convierte en un excepcional sistema de alerta temprana, listo para recibir y procesar estímulos provenientes desde cualquier dirección, independientemente de la orientación adoptada por el organismo*" Scharf (1998, pg. 75). Veamos algunas evidencias al respecto.

Función de alerta del HOC. Contrariamente a lo que sucede con los ojos -cuyo movimiento permite dirigir la mirada y facilitar la recogida de información visual-, nuestros oídos no se pueden mover con vistas a facilitar la captura del sonido. Sin embargo, esto no excluye que la atención auditiva pueda estar supeditada a algún tipo de control fisiológico interno. La cóclea -estructura anatómica situada en el oído interno donde se localizan los recep-

tores sensoriales- recibe *inputs* desde el cerebro y, tal vez, estos *inputs* puedan ejercer un control sobre dónde dirigir nuestra atención auditiva. De hecho, unas mil cuatrocientas fibras nerviosas (el llamado *haz olivococlear* —HOC—) conectan el tronco del encéfalo con la cóclea, transmitiendo un *input* que proviene de los centros auditivos del lóbulo temporal[3]. Este *input* eferente podría ayudar a sintonizar los receptores sensoriales, favoreciendo la selección de un sonido relevante en detrimento de otro irrelevante (Rasmussen, 1946; Scharf, 1998), lo que constituiría un excelente sistema de alerta y control necesario para protegernos de las distracciones. Por ejemplo, se sabe que los gatos a los que se les ha lesionado el HOC se distraen más fácilmente ante un ruido irrelevante que los gatos no lesionados. Cuando el *input* eferente del HOC está intacto, los gatos, y quizá las personas, son menos susceptibles a la distracción e interferencia ocasionada por el ruido. Sin embargo, este control eferente que es sensible ante la presencia de estímulos exógenos, tal vez no desempeñe un papel tan destacado cuando la atención auditiva está bajo control del sujeto y, por lo tanto, se orienta endógenamente.

Control de la atención visual ejercido por los sonidos (*crossmodalidad*). Dado que los sonidos están a menudo asociados con eventos importantes, incluso amenazantes para nuestra vida (p. ej.: el sonido de un árbol cayendo, el de un depredador que se aproxima, o el de un automóvil que se acerca), es lógico que su presencia alerte de un potencial peligro y que exista una fuerte tendencia a orientar nuestra atención auditiva hacia su lugar de procedencia. Pero, además de controlar la atención auditiva, *los sonidos también tienen la capacidad de orientar la atención visual.*

Se sabe que las respuestas ante un *target* visual, que puede aparecer a la derecha o a la izquierda de un punto de fijación, son más rápidas cuando se presenta, previamente, un tono auditivo procedente de un altavoz ubicado en el mismo lado (McDonald, Teder-Sálejärvi y Hillyard, 2000). Como se observa en la figura 4.2, un breve tono emitido a modo de señal auditiva fue seguido por un *target* visual presentado, también, brevemente. La señal auditiva podía emitirse desde el altavoz izquierdo o derecho. El *target* fue un led central que se iluminó en verde. Cuatro leds rojos situados alrededor del *target* fueron empleados para enmascararlo una vez que desaparecía. Los sujetos simplemente debían presionar un pulsador

[3] Los sonidos externos alcanzan los receptores auditivos de la cóclea, desde donde se envían señales aferentes hacia el córtex temporal. A su vez, el córtex temporal procesa estas señales y envía un *feedback* eferente, a través del HOC, hacia la cóclea.

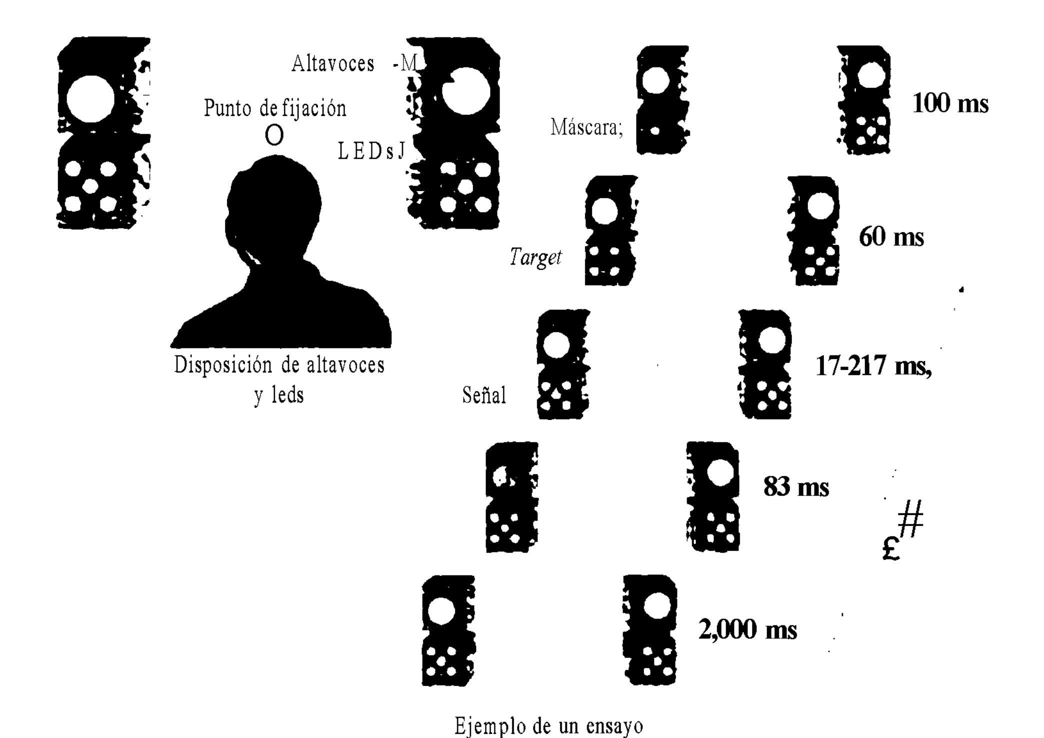


Figura 4.2. Disposición experimental y procedimiento empleado en el trabajo de McDonald, Teder-Sálejárvi y Hillyard (2000) para demostrar la influencia de la señalización auditiva sobre la detección visual. Los LEDs cubrían una superficie de un 1°xl°. La distancia desde el del altavoz hasta el led central fue de dos grados.

cada vez que detectaran el *target* visual, sin tener en cuenta el lado en que aparecía (es decir, era una tarea de TR simple).

Como se puede observar en la figura 4.3, los sujetos fueron más rápidos y precisos (panel izquierdo y derecho, respectivamente) para detectar el *target* visual si éste aparecía en el mismo lado que el tono auditivo que si aparecía en el lado opuesto. Estos hallazgos sugieren que la *crossmodalidad* o vinculación entre modalidades atencionales diferentes (visión y audición) incrementa la prominencia perceptiva de los estímulos. Aumentar la prominencia de eventos que aparecen de forma próxima o simultánea -en el espacio y en el tiempo- puede ayudarnos a integrar la información recibida por los diversos sentidos para construir una representación multimodal del ambiente (retomaremos este asunto más adelante, al hablar de señalización *crossmodal).*

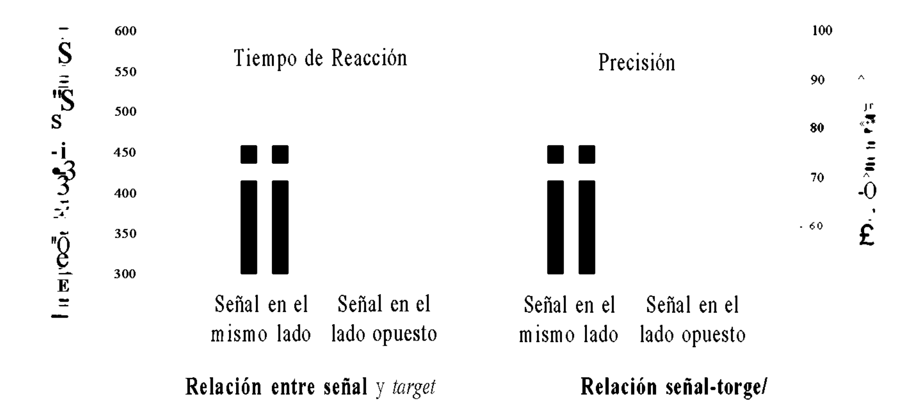


Figura 4.3. Datos de tiempos de reacción y precisión de respuesta obtenidos en el experimento de McDonald et al. (2000) ante señales válidas (mismo lado) e inválidas (lado opuesto). Datos promediados para estímulos del lado izquierdo y derecho.

5. Predisposición atencional

Predisposición hacia la frecuencia. Si nos piden detectar un tono del que conocemos por adelantado su frecuencia nuestra ejecución será mucho mejor que si no la conociéramos, incluso cuando la probabilidad de aparición de dicha frecuencia sea reducida (Green, 1961; Greenberg y Larkin, 1968; Sorkin et al., 1973). Por ejemplo, las personas con habilidades musicales, a las que se les presentan melodías constituidas por cinco notas, son más precisas juzgando el tono de una nota *target* (p. ej.: la cuarta nota) si ésta es una frecuencia esperada -en términos musicales- que cuando es una frecuencia inesperada (Dowling, Lung y Herrbold, 1987). Es decir, los oyentes exhibimos cierta predisposición atencional y detectamos mejor aquello que esperamos que suceda (Tanner y Norman, 1954). Si tras ejecutar series de ensayos en los que se debe detectar un tono de 1000 Hz sobre un fondo de ruido, se obliga a detectar un *target* de 1300 Hz el rendimiento empeora. Sin embargo, tan pronto como se escuchan varios ejemplos de tonos de 1300 Hz, la ejecución mejora considerablemente. En definitiva, estas observaciones demuestran que los oyentes podemos configurar una especie de "filtro" atencional que nos predispone a detectar una frecuencia concreta, de forma análoga a lo que sucede cuando focalizamos nuestra atención visual en una región específica del espacio (recuerde el capítulo 3).

Un paradigma utilizado frecuentemente para estudiar la predisposición atencional de una persona ante la frecuencia es el llamado *paradigma de detección del estímulo sonda (probe-signal paradigm).* En este paradigma, se familiariza previamente al sujeto con un tono de una frecuencia determinada *(target),* que es presentado reiteradamente de manera clara y audible. Se consigue, así, crear una predisposición atencional hacia dicha frecuencia. A continuación, se le presentan dos breves secuencias sucesivas de ruido de fondo (habitualmente ruido blanco), una de las cuales incluye el *target* o, en su defecto, un tono desviado en frecuencia (estímulo sonda o *probé),* con una intensidad en ambos casos que dificulta su detección (las detecciones oscilan a veces entre el 65-80%). La tarea del sujeto consiste, simplemente, en indicar en cuál de las dos secuencias -en la primera o en la segunda- le pareció escuchar el tono *target.*

Utilizando este paradigma, se sabe que el rango de frecuencias desviadas que pueden ser detectadas es muy estrecho (Greenberg y Larkin,

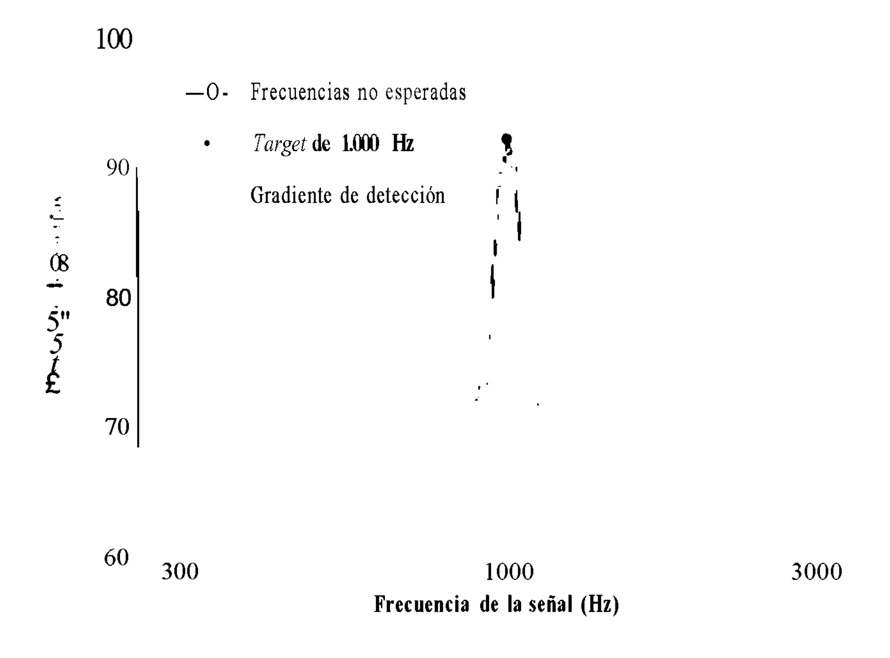


Figura 4.4. Porcentajes de detecciones correctas de un *target* de frecuencia esperada (1.000 Hz) y de frecuencias no esperadas empleado aplicando el paradigma de señal de prueba. La línea punteada muestra el gradiente de detección (ver texto).

Fuente: Scharf, 1998.

1968). Por ejemplo, si al sujeto se le ha predispuesto a detectar un tono *target* de 1000 Hz, sólo aquellos tonos desviados o sondas entre 900-1100 Hz serán, también, detectados y considerados como *targets*[4]. Es decir, en la fase de familiarización el oyente configura o sintoniza un filtro selectivo de rango muy estrecho para detectar la frecuencia *target,* de tal manera que aquellas otras frecuencias alejadas que no atraviesan este filtro no son atendidas. La figura 4.4 muestra los resultados obtenidos en experimentos que han aplicado esta técnica para detectar un sonido *target* de 1000 Hz. La línea punteada representa el grado en que los oyentes son capaces de detectar tonos sonda desviados en presencia de ruido de fondo, respecto al *target* de 1000 Hz. A esta línea se le denomina "gradiente de detección" y se ha obtenido promediando los datos de multitud de experimentos (Patterson, 1974). Observe que la detección disminuye bruscamente en el momento en que nos desviamos ligeramente del *target* (900-1100 Hz). Observe, también, el alto grado con el que los resultados reales de un experimento (línea continua con puntos blancos) se ajustan al gradiente de detección, lo que sugiere la existencia en los oyentes de una predisposición atencional auditiva, consecuencia de sintonizar el filtro con la frecuencia *target.* Esta predisposición auditiva parece configurarse en fases tempranas del procesamiento.

Un descubrimiento muy interesante, relacionado con esta sintonización o predisposición hacia la frecuencia, demuestra que si a los sujetos se les instruye a esperar no uno, sino dos *targets* distintos (p. ej., 700 Hz y 1600 Hz), su rendimiento detectando ambos tonos es bastante bueno, aunque tal como se expone en la figura 4.5 no lo es detectando aquellos tonos con frecuencias intermedias entre ellos (Dai, 1989). Estos datos indican, una vez más, que las personas son capaces de configurar un filtro atencional, o tal vez diversos filtros, para múltiples frecuencias, lo que les predispone para detectarlas adecuadamente.

Predisposición hacia el espacio. Además de hacia la frecuencia, predisponer a una persona a escuchar un sonido procedente de una determinada ubicación espacial puede facilitar su detección. Es decir, la atención

[4] Teniendo en cuenta que, en este procedimiento, la intensidad con la que se emiten los tonos es muy baja, resulta sumamente difícil discriminar un tono *target* de 1000 Hz de otro sonda de 900 Hz, por ejemplo. Por esta razón, el tono sonda atraviesa el filtro pues el sujeto cree que es un *target.*

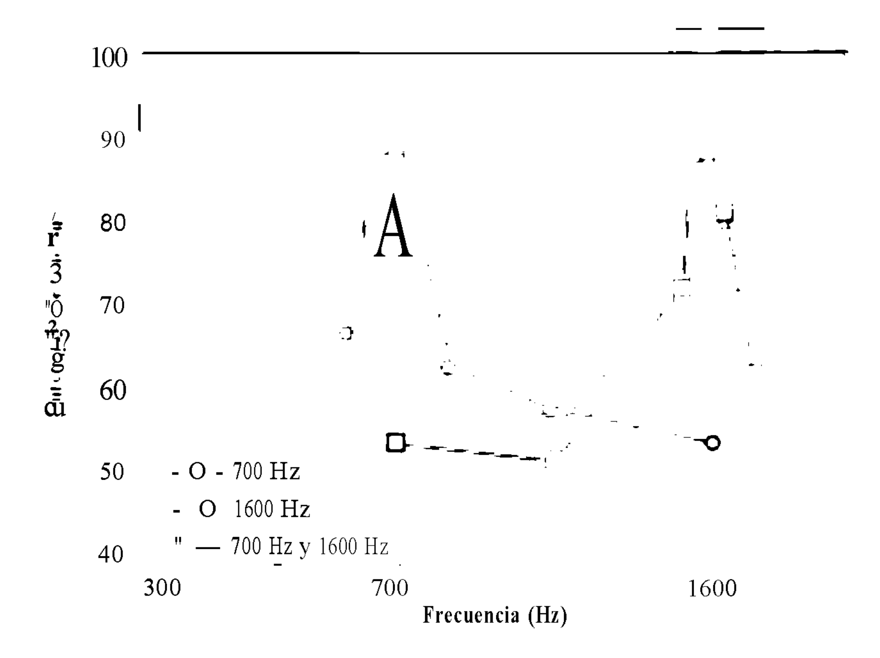


Figura 4.5. Porcentaje de detecciones correctas para frecuencias esperadas (700 Hz y/o 1.600 Hz) y no esperadas empleando el paradigma de señal de prueba.

Fuente: Scharf, 1998.

auditiva también parece que puede sintonizarse hacia una ubicación espacial, de ahí que *"un adecuado ajuste de la atención auditiva con la localización de los eventos sonoros ayuda al procesamiento de los mismos"* (Ward, McDonald y Golestani, 1998, pg. 239). Sin embargo, a pesar de lo rotundo de la afirmación, la realidad es que ésta sólo parece sostenerse cuando el ambiente estimular o la tarea son complejos, pues la precisión para detectar un simple *target* auditivo no se beneficia demasiado por el hecho de conocer, por anticipado, su lugar de procedencia (Lowe, 1968; Scharf, 1988).

Es posible que la posición espacial de procedencia de un sonido no resulte tan importante para la percepción auditiva como lo es para la visual. Dado que la corteza auditiva se organiza tonotópicamente (es decir, los estímulos de frecuencias contiguas se procesan en áreas adyacentes; Moss y Carr, 2003) más que topológicamente (como sucede en el córtex visual, atendiendo a las relaciones espaciales de los estímulos), tal vez el cerebro humano esté programado para orientar la atención auditiva de manera dife-

rente (prioritariamente hacia la frecuencia) a como lo hace con la atención visual (prioritariamente hacia el espacio).

No obstante, a pesar de que la localización no parece ser un factor muy eficiente para la selección, algunos estudios sí que han demostrado que conocer por adelantado la procedencia espacial de un sonido puede beneficiar su detección, al menos si el estímulo se emite desde altavoces lo suficientemente alejados de la posición del sujeto, y no mediante auriculares. Por ejemplo, imagine que utilizamos tres altavoces situados a dos metros del sujeto durante una tarea de detección de tonos. Antes de emitir el *target* auditivo, una señal luminosa (de una duración de 300 ms) localizada a la derecha, enfrente o a la izquierda del participante indica, con una probabilidad variable, el altavoz por el que se escuchará el *target*. Como se observa en la figura 4.6, cuando la señal visual es válida y marca correctamente la localización del *target* auditivo, la detección de éste último es mucho más rápida que cuando la señal es inválida (Scharf, 1998).

Conclusiones. A pesar de estos últimos resultados descritos, se impone la hipótesis de que la frecuencia parece ser más importante que la loca-

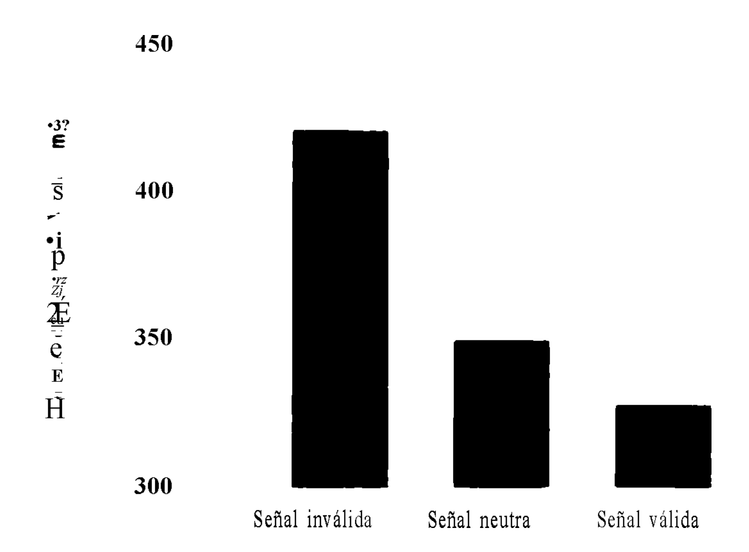


Figura 4.6. Tiempo de reacción medio para detectar un tono precedido por una señal luminosa neutra (centro), válida (posición del *target*) o inválida (posición contraria al *target*).

Fuente: Scharf, 1998.

lización espacial para orientar la atención auditiva. Manipulando ambas propiedades a la vez, algunos trabajos insisten en esta idea al demostrar que la frecuencia es, a menudo, más eficaz para seleccionar la información auditiva que la localización (Woods et al., 2001). Alternativamente, atender a una localización espacial relevante no necesariamente facilita la detección de ciertas propiedades del estímulo, tales como su frecuencia o duración. En conclusión, el espacio no parece desempeñar un papel tan relevante durante el procesamiento auditivo, como sí lo hace durante el procesamiento visual.

5.1. Atendiendo a diferentes modalidades sensoriales

El procesamiento multisensorial es algo tan cotidiano que habitualmente no nos percatamos de su existencia. Cuando escribimos en un ordenador, aparentemente sólo somos conscientes de las letras que aparecen en la pantalla, que nos sirven de *feedback* para controlar nuestro progreso. Pero si dirigimos nuestra atención hacia los dedos, entonces empezaremos a ser conscientes de la presión que ejercemos sobre las teclas e, incluso, de su textura (percibiremos las barritas prominentes que contienen las letras F y J). Aún más, podemos concentrar la atención en el sonido que se emite con cada pulsación, pues a pesar de que es posible fabricar teclados silenciosos se ha descubierto que las personas prefieren tener un *feedback* auditivo.

En definitiva, son numerosas las tareas cotidianas que requieren que se integre la información recogida desde los diversos sentidos. Cuando cocinamos, la apariencia visual de un plato se puede utilizar, junto con su aroma y sabor, para decidir si está listo para servir a los comensales. Cuando montamos en bicicleta, la información visual (p. ej.: la presencia de peatones) se combina con la información auditiva (p. ej.: sonidos de otros vehículos) para decidir si es seguro o no atravesar una intersección. Los ejemplos son interminables. Pues bien, la psicología de la atención se ha interesado por estudiar ciertas cuestiones relacionadas con el uso e integración de la información procedente de diversas modalidades sensoriales *(icrossmodalidad).*

Los beneficios del procesamiento multisensorial. Diversos estudios han demostrado que, en ocasiones, es posible atender a la información pro-

cedente de varias modalidades sensoriales, en lugar de a una sola, sin aparente coste. Por ejemplo, la detección de tres estímulos -visual, auditivo y táctil- presentados simultáneamente puede ser igual de correcta que cuando son presentados aisladamente, uno tras otro (Shiffrin y Grantham, 1974). Es más, otros hallazgos conceden cierta ventaja a las presentaciones *crossmodales* frente a las unimodales. Por ejemplo, es más fácil atender simultáneamente a una secuencia visual y a una auditiva para detectar la presencia de un *target* (p. ej., ver el dibujo de un animal y escuchar su nombre), que atender o bien a dos secuencias visuales o bien a dos secuencias auditivas (Treisman y Davies, 1973).

No obstante, a pesar de que una tarea requiera recursos auditivos y otra los requiera visuales, determinadas exigencias de procesamiento pueden eliminar los beneficios de la presentación bimodal. Si nos piden detectar *cambios en la intensidad* de un sonido o de una luz solemos ser muy buenos dividiendo nuestra atención entre los estímulos auditivos y los visuales presentados simultáneamente. Pero las cosas empeoran cuando se nos solicita detectar *cambios en la duración* de los estímulos, pues el rendimiento ahora es mucho peor bajo condiciones de atención dividida que cuando se atiende a cada modalidad por separado. Al parecer, la emisión de juicios temporales recurre a un tipo de procesamiento que debe compartirse necesariamente entre ambas modalidades, lo que explicaría el deterioro (Eijkman y Vendrik, 1965).

Predisposición hacia una modalidad sensorial. Hemos explicado antes cómo la detección de una frecuencia se facilita si existe una predisposición en el sujeto a esperarla. De forma semejante, se ha explorado si predisponer a una persona a esperar un estímulo de una modalidad sensorial determinada afecta a su procesamiento (Spence y Driver, 1997b). En estos experimentos, un led a modo de señal predispuso al sujeto a esperar un estímulo visual (led rojo) o auditivo (led verde). Con posterioridad apareció un estímulo *target* (visual o auditivo) sobre el que se debía realizar una tarea de detección (detectar la presencia de un tono o de una luz) o de discriminación (indicar si dos sonidos son de la misma intensidad o si dos colores son semejantes). En parte de los ensayos la señal fue válida y predispuso al sujeto adecuadamente, es decir, si aparecía un led rojo el estímulo posterior era visual y si aparecía uno verde era auditivo; en otra parte de ensayos la señal fue inválida y resultó engañosa respecto al *target* que se iba a presentar; finalmente, hubo ensayos neutros que no eran informativos (se iluminaban ambos leds).

Los resultados demostraron que, en efecto, la presentación de la señal previa predispuso al sujeto a esperar una modalidad sensorial determinada; aunque los posibles costes o beneficios sobre el procesamiento del estímulo posterior dependían del tipo de modalidad. Observe la figura 4.7. En comparación con las condiciones neutras, cuando las señales fueron inválidas (p. ej., el sujeto esperaba un *target* visual pero apareció auditivo, o a la inversa) siempre aparecieron costes sobre el procesamiento (la barra gris siempre es mayor que la blanca en todo tipo de tareas). Sin embargo, cuando la señal fue válida y predispuso correctamente, sólo aparecieron beneficios sobre el procesamiento de *targets* visuales (la barra negra es inferior a la blanca), pero no sobre los auditivos (la barra negra y blancas son iguales). En definitiva, es posible crear una predisposición a esperar un estímulo de una modalidad determinada, pero esto no siempre facilitará su procesamiento, tal como demuestra este trabajo.

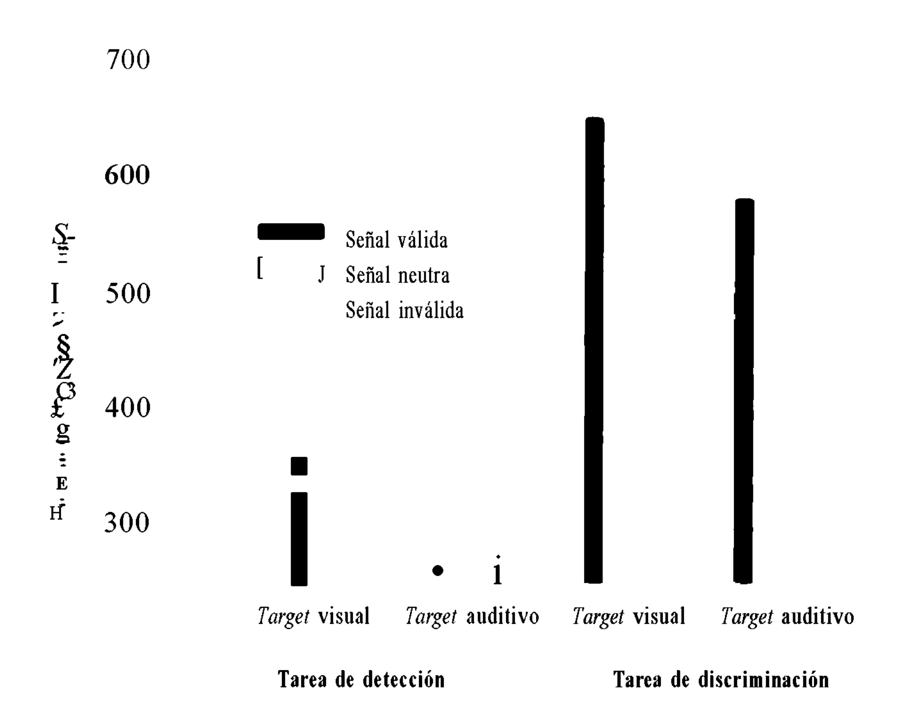


Figura 4.7. Tiempo de reacción promedio en función de la validez de la señal y de la modalidad de presentación del *target* (visual y auditivo) para cada tipo de tarea (detección y discriminación).

Fuente: Spence y Driver, 1997b.

5.2. Dominancia de la modalidad visual

La "dominancia visual" alude a que, compitiendo con información procedente de otras modalidades (p. ej.: auditiva, propioceptiva[5], táctil), la información visual captura y controla nuestra percepción. Un ejemplo de este tipo de dominancia visual lo experimentamos frecuentemente cuando nos encontramos en el interior de un tren o un automóvil. Si estamos estacionados junto a otro vehículo (generalmente, mucho más grande que el nuestro, de modo que ocupa todo nuestro campo visual) que comienza a moverse hacia adelante, nuestra sensación es que el nuestro se mueve hacia atrás. A pesar de que la información propioceptiva nos informa de que no nos movemos, nosotros creemos que sí. Esto sucede porque la visión es la modalidad sensorial dominante y domina sobre la propiocepción, tal que nos transmite esa ilusión.

En el laboratorio, la dominancia visual sobre el sonido se ha estudiado, por ejemplo, utilizando tareas que requieren responder con una mano a una luz y, con la otra, a un tono. En la mayoría de los ensayos se presenta solamente la luz, o solamente el tono, pero en los ensayos críticos se presentan ambos. Cuando esto último sucede, las personas generalmente responden prioritariamente al estímulo visual y pueden llegar, incluso, a no escuchar el auditivo (Colavita, 1974). Es decir, el procesamiento visual acapararía los recursos atencionales que serían necesarios para el procesamiento auditivo.

Además de la propiocepción y la audición, la modalidad háptica -la exploración táctil- también puede verse dominada por estímulos visuales. Uno de los trabajos más espectaculares en este ámbito es el de la *ilusión de las manos de goma* (Pavani, Spence y Driver, 2000). En este curioso estudio los participantes sujetaban con ambas manos una cajita entre el pulgar y el índice. Esta cajita emitía vibraciones, bien en la zona del pulgar o bien en la del índice. El sujeto debía indicar, lo más rápidamente posible, en qué dedo sentía la vibración. Las manos del sujeto siempre estaban ocultas a su vista, bajo una tabla. A su vez, sobre dicha tabla, y de forma visible, se encontraba otra cajita idéntica, con dos luces que se correspondían a las zonas de agarre de los dedos del sujeto. Estas luces se

[5] La propiocepción alude a la percepción de la posición de nuestro cuerpo que es procesada por los receptores de las articulaciones y los músculos.

iluminaban a la vez que se presentaba la vibración. A pesar de que dicha luz debía ignorarse, las repuestas de los sujetos fueron más lentas cuando la información de la luz entraba en conflicto con la del dedo en el que se aplicó la vibración.

El efecto más sorprendente descubierto en este trabajo se produjo cuando se pidió al sujeto que se pusiera unos guantes de goma y sostuviera con ellos la cajita vibradora bajo la tabla (es decir, fuera de su vista). Como se representa en la figura 4.8, mediante una proyección sobre la tabla aparecían ahora unas manos de goma. A pesar de que los sujetos sabían que las manos de goma proyectadas no eran las suyas, la mayor parte de ellos indicaban que se sentían como si dichas manos les pertenecieran y que la vibración parecía ocurrir en la localización correspondiente a las manos de goma proyectadas. Estas sensaciones se experimentaban cuando la orientación de las manos del sujeto y las de goma se correspondían (panel izquierdo), pero tendían a desaparecer cuando las manos del sujeto se colocaban en una orientación diferente, de manera ortogonal a las manos de goma (panel derecho).

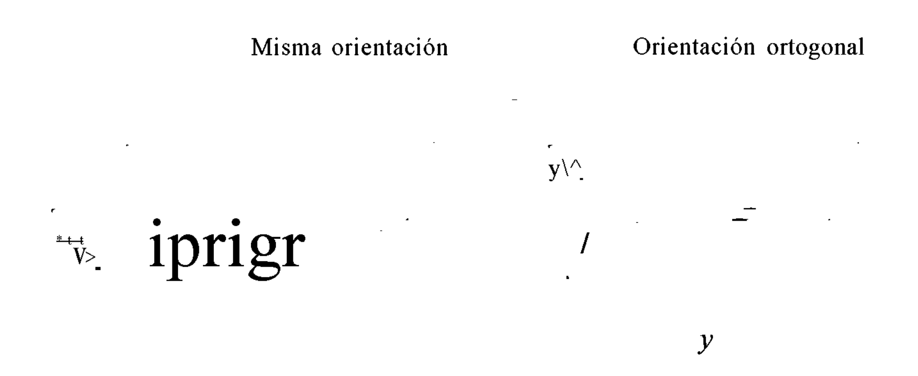


Figura 4.8. Disposición experimental adoptada en el trabajo de las manos de goma de Pavani, Spence y Driver (2000). Las manos del participante se encontraban fuera de su campo de visión, bajo un tablero, mientras que las manos de goma se proyectaban sobre el tablero.

En conclusión, los trabajos comentados sugieren que puede existir una predisposición atencional hacia la información visual. Sin embargo, se debe tener en cuenta que esta dominancia visual no es algo universal (Heller, 1992). Por ejemplo, sabemos, por lo expuesto en secciones anteriores, que los estímulos auditivos exhiben una tendencia mucho más

poderosa para capturar la atención que la que tienen los estímulos visuales (McDonald et al., 2000). Sin embargo, cuando los estímulos visuales adquieren la misma importancia que otros estímulos de modalidades sensoriales simultáneas, y suministran igual o mayor información, es muy probable que exista un sesgo o predisposición hacia la modalidad visual y que ésta sea la dominante. Veamos el caso de la ventriloquia.

5.3. Efectos de la información visual sobre la localización auditiva: la ventriloquia

Cualquier persona que haya visto trabajar a un ventrílocuo habrá observado la influencia que ejerce la información visual sobre la localización del sonido. El ventrílocuo proyecta su voz, de forma análoga a lo que sucede con los altavoces de un cine por los que se emiten las voces de los actores que aparecen en pantalla. En ambos casos solemos atribuir el origen del sonido a una fuente diferente de la real: a los labios del muñeco en el caso del ventrílocuo y a los labios de los actores en el caso de la película. El efecto de la ventriloquia demuestra la influencia de los efectos *crossmodales* en la atención, pues nuestra percepción del origen del sonido se ve alterada por la información visual. Es decir, la información visual nos engaña y creemos que en ella se sitúa el origen del sonido. Aunque el sonido proviene del ventrílocuo nosotros lo ubicamos en la boca del muñeco. *El efecto se hace más poderoso conforme la fuente del sonido resulta más difícil de localizar.* Localizar un sonido en el plano vertical es mucho más dificultoso que localizarlo en el plano horizontal, lo cual tiene sus implicaciones para posicionar el muñeco en el escenario o, también, para disponer los altavoces en un cine.

Spence y Driver (2000) diseñaron una ingeniosa disposición para comprobar experimentalmente cómo opera el efecto de ventriloquia. Observe la figura 4.9. En esta disposición aparecían a la vez una señal visual y otra auditiva. La señal visual consistía en la iluminación de una de las dos rejillas con leds que aparecían por encima o por debajo del punto de fijación central. Por su parte, la señal auditiva que la acompañaba, y que se emitía simultáneamente con la iluminación de los leds, podía ser de fácil localización (tono que se emitía por un único altavoz), o de difícil localización (tono que se emitía por varios altavoces a la vez). Buscando una analogía con el espectáculo, tenga en cuenta que la señal visual equivaldría a la boca del muñeco y la auditiva a la voz del ventrílocuo.

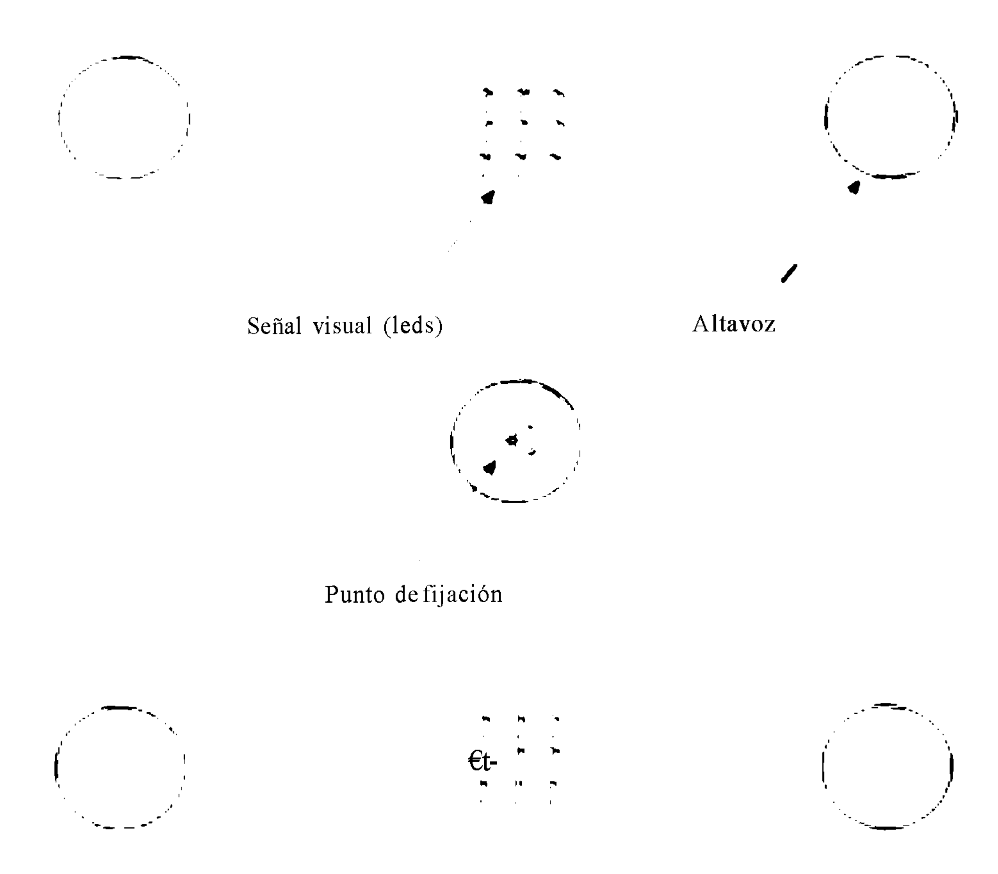


Figura 4.9. Disposición empleada en el experimento de Spence y Driver (2000) para evaluar los efectos de señalización provenientes de sonidos emitidos de forma análoga a la ventriloquia.

En este trabajo se creó una situación ilusoria análoga a la ventriloquia: cuando la señal auditiva era difícil de localizar el sujeto creía que procedía del lugar ocupado por la señal visual. Es decir, los leds (análogos a la boca del muñeco) atrajeron hacia su posición el sonido difuso que se emitía por los altavoces. En estos casos la señal visual capturaba la atención y facilitaba la detección de un *target* sonoro posterior, que aparecía por un altavoz ubicado en la misma posición vertical (p. ej.: iluminación de led superiores y presentación del *target* en cualquier altavoz superior, derecho o izquierdo). Sin embargo, el efecto de ventriloquia desaparecía cuando la señal auditiva era fácilmente localizable, al ser emitida por un único altavoz. En estos casos, el estímulo visual no atraía la atención auditiva hacia su posición y, a su vez, el beneficio sobre la tarea de detección de un *tar-*

get posterior también se volatilizaba. Extrapolando este último resultado al ámbito del espectáculo, si el ventrílocuo no es capaz de proyectar y difuminar adecuadamente su voz en el ambiente, apreciaremos fácilmente el truco y la ilusión del muñeco desaparecerá.

Otro sorprendente trabajo que demuestra la influencia de los estímulos visuales sobre la localización del sonido, y reproduce de nuevo el efecto de ventriloquia, es el de Driver (1996). Tal como se representa en la figura 4.10, los participantes escuchaban, por un único altavoz, un mensaje *target* mezclado con otro mensaje distractor. El mensaje *target* era difícil de seguir: estaba constituido por secuencias de palabras aleatorias que se mezclaban con las palabras también aleatorias del mensaje distractor pronunciadas por la misma voz. A la vez que se escuchaban ambos mensajes entremezclados se proyectaba un vídeo de una persona que movía sus labios pronunciando las palabras *target* (el vídeo carecía de voz, como el muñeco de ventriloquia). Cuando este vídeo se presentó sobre el altavoz de la presentación auditiva (condición mismo lado) la selección del mensaje *target* mejoró considerablemente, en comparación a cuando el vídeo se proyectaba sobre un altavoz simulado que no emitía el mensaje (condición lado diferente). Presumiblemente, en la condición "mismo lado" los sujetos "reubicaron" los sonidos de las palabras *target* escuchadas por el altavoz en los labios de la persona del vídeo, al igual que en ventriloquia. Esto ocasionó una especie de separación ilusoria entre el mensaje *target* y el mensaje distractor que facilitó la escucha selectiva, de forma análoga a lo que ocurre cuando dos mensajes auditivos son emitidos desde altavoces separados espacialmente.

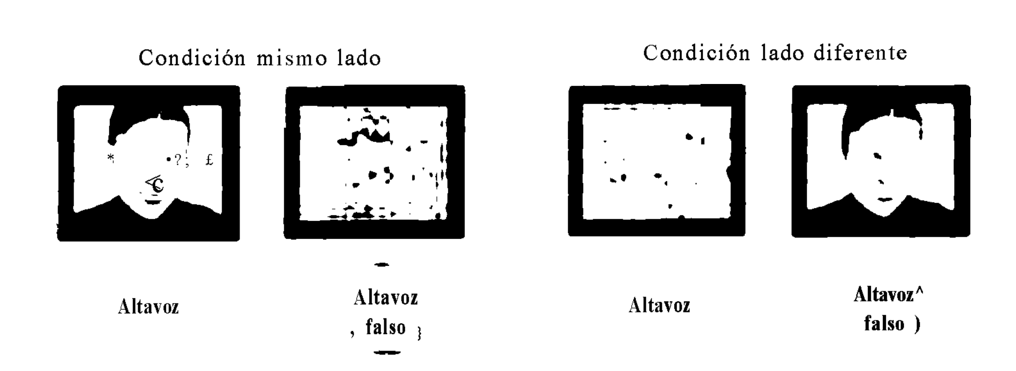


Figura 4.10. Disposición experimental empleada por Driver (1996).

5.4. Efectos de la atención sobre la percepción del dolor

Si dirigir la atención visual a una región del espacio facilita el procesamiento de los *targets* allí presentados, saber por adelantado qué zona de nuestra piel va a ser estimulada reduce los umbrales para detectar la estimulación en dicha zona y nos hace más sensibles (Meyer, Gross y Teuber, 1963). Además, cuando la estimulación es dolorosa, saber por adelantado que va a ser aplicada nos hará todavía más sensibles debido a lo aversivo de la misma (Bushnell et al., 1985). En un experimento, en el que a los sujetos se les aplicó en cada ensayo una dosis de calor radiante aversivo, se descubrió que la estimulación térmica fue valorada como más intensa y desagradable cuando era esperada que cuando no lo era (Mirón, Duncan y Bushnell, 1989). Esta observación tiene una importante repercusión durante la aplicación de terapias: distraer la atención de un paciente cuando recibe un tratamiento doloroso puede hacer que su experiencia sea, relativamente, más liviana.

ó. Atención *crossmodol*

En las secciones anteriores, dedicadas a exponer los efectos de la predisposición atencional, ya hemos adelantado algunas cuestiones relacionadas con la atención *crossmodctl.* Si consideramos la atención como un mecanismo necesario para dirigir nuestra conducta en un ambiente complejo, resulta obvio pensar que esta capacidad de control sólo puede llevarse a cabo integrando la información recogida desde los distintos sentidos. Hemos expuesto, en secciones anteriores, algunas diferencias importantes entre el procesamiento visual y el auditivo, que apuntan hacia una disociación entre un mecanismo atencional para cada modalidad sensorial. No obstante, a pesar de esta disociación, se han descubierto importantes interacciones entre ambas modalidades; por ello, adoptar una aproximación *crossmodal* permitirá comprender mucho mejor el mecanismo atencional que lo que conseguiríamos adoptando una aproximación restringida a un única modalidad sensorial (Ward, McDonald y Golestani, 1998).

Quizás, la manera más adecuada de entender qué queremos decir por *atención crossmodal* consista en analizar la manera en la que percibimos el espacio y construimos marcos de referencia espaciales a partir de la información recibida desde los distintos sentidos. Dado que cada sentido

recopila información procedente de su propio conjunto de receptores, y dado que estos receptores se sitúan en diferentes lugares -unos respecto a otros y respecto a los eventos del ambiente-, las conexiones entre la información aportada desde diferentes modalidades sensoriales permiten construir una representación estable del ambiente extemo que nos permite actuar y dirigirnos en el medio (Driver y Spence, 1998).

Metodológicamente, una manera en la que se ha estudiado la integración entre modalidades sensoriales es analizando la llamada *facilitación crossmodal.* La facilitación crossmodal se estudia comparando las respuestas neuronales separas ante cada uno de los dos estímulos unimodales (p. ej., uno visual y otro auditivo), con la respuesta neuronal conjunta obtenida ante la presentación bimodal. Si esta respuesta bimodal es mayor que la respuesta combinada a cada uno de los dos estímulos unimodales, entonces se dice que ha ocurrido una facilitación *crossmodal* de la respuesta debida a la integración de ambas modalidades. Estudios de potenciales evocados, en los que se sustrajeron los ERP correspondientes a la presentación unimodal de *targets* visuales y auditivos (flash de luz y ráfagas de ruido) del correspondiente ERP obtenido ante la presentación bimodal, demuestran que la interacción entre ambas modalidades comienza unos 40 ms después de la presentación estimular, es decir, en fases tempranas del procesamiento perceptivo (Teder-Sálejárvi, McDonald, Di Russo y Hillyard; 2002; Stein y Meredith, 1993).

6.1. Efectos de la señalización crossmodal

Sabemos que la presencia de una señal puede controlar nuestra atención, dirigiéndola hacia un objeto o hacia una determinada región del espacio. Pues bien, de forma análoga a lo que sucede con señales unimodales, se han estudiado también los potenciales efectos de la señalización *crossmodal.* Por *señalización crossmodal* aludimos al fenómeno por el que *una señal de una modalidad (p. ej.: visual) puede dirigir la atención hacia alguna dimensión de un estimulo presentado en otra modalidad (p. ej.: auditiva).* Veamos un ejemplo de señalización *crossmodal* y las dificultades que entraña su estudio.

Supongamos que debemos presionar el botón derecho o izquierdo para indicar el altavoz desde el que se emitió un tono. Descubrimos que la res-

puesta es más rápida cuando el tono se emite por el altavoz señalizado previamente por una luz. Seguramente, lo primero que pensaríamos es que la luz controló nuestra atención auditiva y la dirigió hacia el altavoz pertinente, con el consiguiente beneficio sobre la detección del sonido. Lamentablemente, las cosas no son tan sencillas, pues existen factores no atencionales que pueden ser responsables de los efectos de señalización. Por ejemplo, podría darse el caso de que la señal visual no dirigiera realmente la atención hacia la región señalizada, sino que simplemente predispusiera a ejecutar una respuesta. De esta manera, si una luz previamente encendida sobre el altavoz nos predispone a pulsar el botón "izquierdo" y el sonido emitido por el mismo altavoz se codifica como "izquierdo", entonces la facilitación de la respuesta ante el tono no sería debida tanto a que la señal visual dirigiese nuestra atención auditiva hacia la posición del altavoz sino, más bien, a que nos predispone a ejecutar una respuesta concreta (izquierda).

Sin embargo, los psicólogos han sabido cómo evitar este problema y, para ello, han desarrollado el denominado "*paradigma de la señalización ortogonal*" (Spence y Driver, 1994, 1996, 1997a; Driver y Spence, 1998, para una revisión). Observe en la figura 4.11 cómo una luz, a modo de punta de flecha, ubicada junto al punto de fijación, indica el lado de la

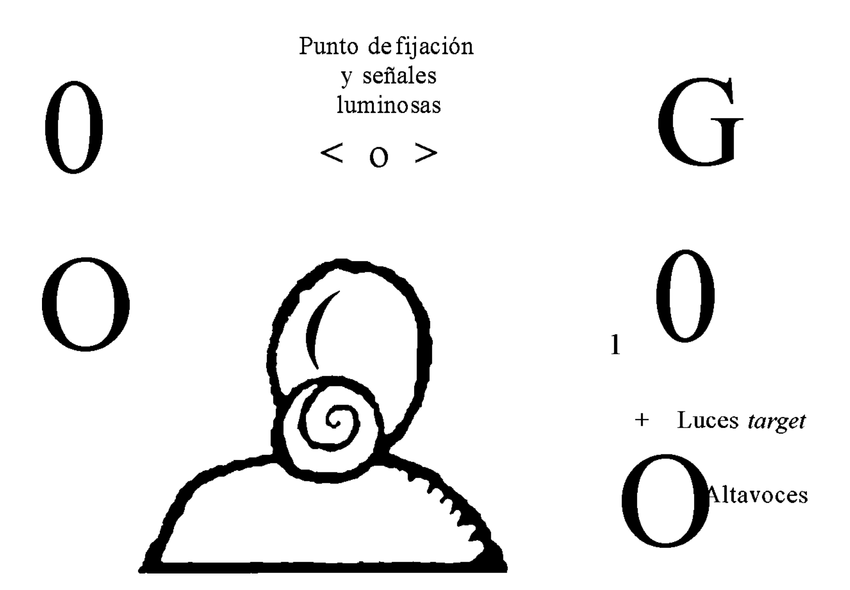


Figura 4.11. Disposición en el paradigma de señalización ortogonal. La atención es orientada a la izquierda o la derecha por una de las flechas centrales. Los *targets* (luz o sonido) pueden aparecer en cualquiera de las cuatro posiciones.

posible aparición de un estímulo *target* (izquierda o derecha). El *target* (p. ej.: un sonido) puede presentarse en cualquiera de los cuatro altavoces. La lógica de este paradigma es la siguiente: a pesar de que la señal luminosa indica que el *target* auditivo puede aparecer en cualquier altavoz del lado izquierdo o del derecho, la tarea del participante consiste en juzgar si el *target* se ha presentado en un altavoz de la parte superior o inferior. De ahí el nombre de señalización ortogonal. Observe que este procedimiento evita el inconveniente apuntado en el párrafo anterior, pues impide que los efectos de señalización sean debidos a factores diferentes al puro control espacial, tales como predisponer al sujeto a emitir una respuesta determinada. Utilizando una señalización ortogonal como la descrita, *se considera que existen efectos de señalización crossmodal cuando las respuestas a la posición vertical del target (arriba o abajo) son más rápidas en el lado señalizado que en el no señalizado.*

Conclusiones: ¿existen los efectos de señalización *crossmodall* Sabemos por lo explicado en el apartado dedicado a exponer las funciones de alerta de la atención auditiva, que las señales auditivas pueden facilitar la respuesta ante estímulos visuales presentados en el mismo lado que dichas señales (experimento de McDonald, Teder-Sálejärvi y Hillyard, 2000). Sin embargo, es más discutible afirmar que las señales visuales ejerzan algún efecto sobre la orientación de la atención auditiva, pues en este punto los resultados son contradictorios. Algunos trabajos han encontrado que las señales visuales no afectan en tareas de discriminación auditiva (Spence y Driver, 1996), mientras que otros estudios han descubierto lo opuesto (Ward, 1994). Probablemente, la razón de esta divergencia pueda localizarse en la naturaleza de las señales y los *targets* utilizados (en el primer estudio las señales fueron simples y los *targets* complejos, y a la inversa en el segundo). No obstante, a pesar de estas divergencias, podemos concluir que los efectos de señalización *crossmodal* existen y se manifiestan en diversos trabajos experimentales.

6.2. ¿Existe un control supramodal único para la atención espacial?

Determinados aspectos de la atención espacial parecen estar, aparentemente, bajo un controlador supramodal. Por ejemplo, es más sencillo atender a un estímulo visual y a otro auditivo si el monitor y el altavoz que los

presentan se ubican en el mismo lado, en lugar de si uno se sitúa a la izquierda y el otro a la derecha, respecto del sujeto. Resultados parecidos se obtienen entre atención táctil y procesamiento visual y auditivo (Eimer, Cockburn, Smedley y Driver, 2001). Si pedimos a un grupo de sujetos que focalicen su atención, bien en su mano derecha, o bien en su mano izquierda para detectar estímulos táctiles, y presentamos a la vez estímulos visuales o auditivos, descubrimos que cuando estos últimos estímulos aparecen en el mismo lado espacial en el que se espera la estimulación táctil el componente N1 de los ERP es mayor que cuando los estímulos aparecen en el lado opuesto. En conclusión, la localización espacial externa, compartida entre estímulos de distintas modalidades, facilita la presencia de vínculos atencionales *crossmodales,* lo que favorece la presencia de una especie de controlador atencional supramodal.

En efecto, en ocasiones se afirma que "*la atención opera sobre representaciones espaciales que están sujetas a influencia crossmodal, [...]y no sobre representaciones exclusivas de una única modalidad*" (Driver y Spence, 1998, pg. 260). Los efectos de señalización *crossmodal* que hemos explicado en este capítulo son favorables a esta opinión y apuntan a la existencia de una representación supramodal del espacio (Ward, 1994). Algo semejante se desprende de los efectos expuestos de dominancia visual y de ventriloquia, que demuestran cómo los estímulos visuales pueden afectar a la localización de estímulos auditivos. En definitiva, se podría concluir que los mecanismos responsables de orientar la atención visual, y aquellos responsables de orientar la atención auditiva (o táctil), no son completamente independientes, sino que comparten información en algún momento del procesamiento.

Pero, ¿realmente el hecho de haber descubierto efectos *crossmodales* entre visión, audición y tacto, o efectos de señalización *crossmodal,* es suficiente para postular la existencia de un control atencional supramodal? El simple hecho de que el despliegue atencional en una modalidad pueda modular o afectar a los efectos atencionales en otra no implica, necesariamente, que la atención esté controlada por un mecanismo supramodal. La existencia de una intercomunicación entre la información procedente de diferentes modalidades sensoriales resulta posible en cualquier momento del procesamiento. Y, aunque esto pueda ser utilizado en contra de una estricta modularidad o independencia entre el procesamiento ejercido en cada una de la diversas modalidades, no prueba necesariamente la existencia de un sistema maestro de control supramodal.

Resumen

Nuestros oídos actúan como un sistema de alerta temprana y pueden ser contemplados como dos canales diferentes de procesamiento. De hecho, así fueron entendidos por los primeros investigadores sobre atención, lo que permitió analizar un amplio abanico de fenómenos, tales como el momento en el que se producía la selección atencional o el destino de la información no atendida. Estos estudios demostraron que, aunque las personas podemos seleccionar la información recurriendo a características auditivas físicas -la localización de procedencia o el tono-, el contenido semántico de la información no atendida también es procesado.

Mientras que los estímulos visuales son detectados e identificados sólo en aquellas regiones espaciales a las que prestamos atención, los estímulos auditivos presentados en cualquier zona del espacio son percibidos con suma facilidad. Una vez que hemos sido alertados por la presencia de un sonido, nuestra conducta posterior suele ser la de dirigir nuestra mirada hacia el lugar de procedencia del sonido para obtener información adicional. Por tanto, la atención auditiva desempeña un importante papel durante la selección visual.

Dado que existe un nexo entre la atención auditiva y la visual, varios investigadores se han interesado por conocer las interacciones existentes entre ambas modalidades durante el procesamiento. Un descubrimiento importante tiene que ver con los límites de capacidad durante el reconocimiento, que son más evidentes cuando los estímulos a procesar pertenecen a una única modalidad que cuando lo hacen a modalidades distintas. Esto sugiere que podrían existir recursos atencionales separados para el dominio visual y el auditivo.

Por otra parte, los efectos *crossmodales* de señalización indican que la especificidad de una modalidad sensorial puede ser modulada por otra modalidad, o también que pudiera existir un controlador atencional de naturaleza supramodal. Tal y como se expondrá en capítulos posteriores, aunque los estímulos de diferentes modalidades sensoriales puedan ser atendidos de forma relativamente independiente, generalmente los mecanismos atencionales que participan en la selección de la respuesta son ajenos a si los estímulos pertenecen a una misma modalidad sensorial o a modalidades diferentes.

Ejercicios

1. Distinga entre las dos variantes del paradigma de escucha dicótica: sombreado (*shadowing*) y amplitud dividida (*split-span*). ¿Qué tipo de atención evalúa cada una?
2. Describa la evidencia favorable a la existencia de un procesamiento semántico del canal no atendido en tareas de sombreado.
3. ¿En qué consiste el "déficit del doble *target"?*
4. ¿Qué es el "gradiente de detección" en los trabajos que utilizan el paradigma de detección del estímulo sonda?
5. ¿Por qué la atención auditiva no se orienta tan ágilmente hacia el espacio que hacia la frecuencia?
6. ¿Qué demuestra la ilusión de los guantes de goma?
7. Explique la lógica del experimento de Spence y Driver (2000) sobre reproducción del efecto de ventriloquia.
8. ¿Por qué se desarrolló el "paradigma de señalización ortogonal" para estudiar la atención *crossmodall* ¿En qué consiste? ¿Cuándo se dice que emergen efectos de señalización *crossmodall*

CAPÍTULO 5

Atención e inhibición

Esquema de contenidos

1. Introducción
2. Tipos de inhibición
   - 2.1. Inhibición neurológica que contrarresta la activación
   - 2.2. Inhibición reactiva
   - 2.3. Inhibición conductual
3. Inhibición de la información irrelevante
   - 3.1. El efecto Stroop
   - 3.2. El efecto Simón
   - 3.3. La selección de respuesta en la explicación de los efectos de compatibilidad espacial
   - 3.4. El efecto de compatibilidad de los flancos
4. Inhibición de retorno
   - 4.1. Función de la inhibición de retorno
5. Marcado visual
6. *Priming* negativo
   - 6.1. *Priming* negativo vinculado al objeto
   - 6.2. Dificultad de la selección y magnitud del *priming* negativo
   - 6.3. La hipótesis de la inhibición
   - 6.4. La hipótesis de la recuperación desde la memoria
7. Respondiendo ante una señal de stop
   - 7.1. Tiempos de parada: factores que le afectan
   - 7.2. Naturaleza del proceso stop

Resumen

Ejercicios

1. Introducción

En los capítulos previos hemos expuesto cómo utilizamos la atención para seleccionar la información. Cuando se nos dice que "prestemos atención" a algo, lo que se nos está pidiendo realmente es que seleccionemos la información relevante y emitamos la respuesta correcta para la tarea en curso. Sin embargo, tan importante como seleccionar lo relevante, es ser capaz de bloquear la información irrelevante y excluir las acciones inapropiadas. Por este motivo, el presente capítulo lo vamos a dedicar a describir los procesos involucrados en la supresión de la información irrelevante y en la inhibición de acciones no pertinentes.

Al igual que la atención, la inhibición no es un constructo unitario y puede manifestarse a través de un conjunto heterogéneo de fenómenos que vamos a explicar. En algunos casos, la inhibición opera en un plano inconsciente, como una consecuencia automática de la selección. Un ejemplo correspondería al fenómeno de inhibición de retorno, que detallaremos en profundidad. Al ampliar el tiempo que media entre una señal previa que marca una posición y el estímulo que le sigue, la detección de este último es más lenta que si apareciera en una posición no señalizada. También puede suceder que seleccionar un ítem e ignorar otros exija la participación de procesos inhibitorios que perduren durante cierto tiempo y que afecten al procesamiento posterior, tal como sucede en el *priming* negativo. En el *priming* negativo, la respuesta ante un estímulo se enlentece por el simple hecho de que en el ensayo previo el mismo estímulo debía ser ignorado. Finalmente, otros tipos de inhibición pueden operar bajo control consciente, tal como sucede cuando una respuesta planificada debe detenerse (inhibirse) porque así nos lo indica explícitamente una señal de alto (señal de *stop),* o también cuando la información conflictiva presente en un estímulo debe ignorarse para asegurar una respuesta adecuada ante la información relevante (efecto Stroop). Todos estos fenómenos, entre otros, los discutiremos en los siguientes apartados.

En conclusión, "*el cerebro utiliza los mecanismos inhibitorios para garantizar una adecuada coordinación entre las respuestas reflejas y las conductas voluntarias dirigidas a metas... estos procesos inhibitorios sirven para que nuestra experiencia del mundo sea coherente, garantizando la flexibilidad y eficiencia de la conducta*"" (Rafal y Henik, 1994, pg. 43). Por lo tanto, dado que los procesos inhibitorios constituyen una parte esen-

cial de la conducta, su comprensión es relevante no solamente para afrontar cuestiones vinculadas con el control o con la automaticidad de los comportamientos, sino también para entender cuestiones básicas del procesamiento de la información.

2. Tipos de inhibición

En psicología, el término "inhibición" se emplea siempre que la emisión de una conducta disminuye como consecuencia de manipular algún aspecto de la tarea. Por ejemplo, dejar de pulsar los botones de respuesta en una tarea conlleva algún tipo de inhibición.

2.1. Inhibición neurológlca que contrarresta la activación

Desde una perspectiva neurológica, la inhibición puede entenderse como una reducción del nivel de activación de las neuronas. Este tipo de inhibición neurológica es el resultado de la interconexión de las redes neuronales y no supone un esfuerzo consciente (aunque puede verse afectada desde el plano consciente).

Un tipo de inhibición neurológica habitual tiene que ver con la supresión de ciertas respuestas reflejas, de manera que una lesión en las áreas corticales responsables de la misma conllevará, de nuevo, la aparición de reflejos que no se veían desde la infancia. Por ejemplo, el reflejo de succión que exhiben los bebés puede reaparecer en personas ancianas afectadas por la enfermedad de Alzheimer, debido a un deterioro en las zonas corticales que lo inhiben. Estas observaciones indican que el mecanismo cortical responsable de inhibir los reflejos -y su desinhibición tras un daño cerebral- puede depender de circuitos neuronales distintos de aquellos otros responsables del control atencional encargado de la conducta activada en curso (Rafal y Henik, 1994).

Otro ejemplo de inhibición neurológica se observa en el fenómeno del *enmascaramiento lateral.* Al hablar de búsqueda visual en el capítulo 3 vimos que algunos factores, como la presencia de distractores, pueden

facilitar o dificultar la localización de un *target* que aparece entre ellos. Esta situación se reproduce, una vez más, en condiciones de enmascaramiento lateral. El enmascaramiento lateral es un fenómeno por el cual ciertos ítems, situados a uno y otro lado de un *target,* pueden afectar a su detección. El enmascaramiento se hace más evidente cuando el *target* se sitúa en la periferia del campo visual (Mackworth, 1965). Observe la figura 5.1. Seguramente visualice peor la A entre las H de la fila superior que la A aislada de la fila inferior. Esto es debido a que la A de la fila superior está siendo enmascarada por las letras H. Manteniendo su mirada fija en el centro de la fila superior, sin mover los ojos, desplace el libro poco a poco hacia la izquierda. En un determinado momento seguramente ya no será capaz de ver la letra A, aunque seguirá siendo capaz de percibir el resto de letras H a ambos lados. Es decir, el efecto de enmascaramiento de las H sobre la A es ahora de mayor magnitud. Para comprobar que la dificultad para percibir la A no es una falta de agudeza visual, siga manteniendo fija su mirada e intente ver la A solitaria de la fila inferior; seguro que usted será capaz de percibirla, incluso con mayores grados de excentricidad que la A flanqueada de la fila superior.

HHHHAHHHH

A

Figura 5.1. Ejemplo de enmascaramiento lateral generado por flancos (vea instrucciones en el texto).

La experiencia descrita es resultado del enmascaramiento lateral, que dificulta la percepción de la A en la fila superior debido a la actuación de las letras que la flanquean (y la enmascaran). Aunque las causas del enmascaramiento lateral no son bien conocidas, parecen deberse, en parte, a la inhibición lateral existente entre neuronas sensoriales. Los efectos son tan robustos que han ocasionado el desarrollo de toda una *métrica de la visibilidad* para colores, formas y objetos (Toet, Kooi, Bijl, y Valeton, 1998; Wertheim, 2002). Este tipo de métrica es habitual en ámbitos militares y en emergencias para determinar tanto la facilidad como la dificul-

tad de enmascarar colores y patrones visuales. Por ejemplo, las prendas de camuflaje deben tener la capacidad de difüminarse con el ambiente (al igual que la A se camufla entre las H), mientras que una balsa salvavidas debe destacar sobre el mar abierto.

2.2. Inhibición reactiva

La inhibición reactiva es un efecto colateral producido por un proceso cognitivo en curso que se ha iniciado deliberadamente. Por ejemplo, si los observadores intentan seleccionar un *target* para un procesamiento más elaborado, puede ocurrir que aparezca, a la vez, un efecto inhibitorio colateral no deseado sobre otro estímulo expuesto simultáneamente (Logan, 1994). Expondremos algunos tipos concretos de inhibición reactiva al referirnos, más adelante, a la inhibición de retorno o al *priming* negativo.

2.3. Inhibición conductual

En la investigación experimental no siempre es posible (ni necesario) describir cómo surge la inhibición o cómo ejerce sus efectos. A lo largo de numerosos apartados de este capítulo, el término inhibición se utiliza simplemente de forma descriptiva, desde una perspectiva meramente conductual. Por ejemplo, diremos en ocasiones que se ha producido un incremento en el TR o una disminución general del rendimiento debido a la inhibición, aunque no especifiquemos cómo ha operado el mecanismo inhibitorio.

3. Inhibición de la información irrelevante

La investigación sobre atención selectiva está repleta de paradigmas en los que la información irrelevante debe ignorarse y la relevante atenderse. En esta sección, vamos a exponer algunos de estos paradigmas que permiten explorar el grado de habilidad que tenemos para inhibir el procesamiento de la información irrelevante. Concretamente, analizaremos el efecto Stroop, el efecto Simón y el efecto de compatibilidad de los flancos.

3.1. El efecto Stroop

Cualquier persona que haya leído algún material introductorio sobre psicología sabrá que el efecto Stroop es una de las demostraciones más poderosas sobre la dificultad que tenemos las personas para inhibir la información irrelevante[1]. La existencia de una habilidad lectora bien desarrollada, que no puede suprimirse a voluntad, es precisamente el principio en el que descansa el fenómeno.

El efecto Stroop tradicional alude a la interferencia que ejerce el significado de las palabras durante la denominación de los colores con los que aparecen impresas (Stroop, 1935/1992). Ya hemos adelantado este fenómeno en el capítulo 1 (vea figura 1.1). En esta tarea se solicita nombrar el color de la tinta con la que se han impreso una serie de palabras. Los resultados demuestran que el desempeño es muy complicado si existe una incongruencia entre el color de la tinta y el nombre denotado por la palabra. Por ejemplo, decir que "rosa" es el color de la tinta con el que está impresa la palabra PÚRPURA (ensayo incongruente) es mucho más difícil que decir que "rosa" es el color de la tinta con el que está impresa la palabra ROSA (ensayo congruente) o el color con el que se ha impreso una serie de XXXXX (ensayo neutro). En definitiva, diremos que se manifiesta un "efecto Stroop" cuando *el rendimiento en la condición incongruente es peor -mayores tiempos de respuesta y más errores- que el obtenido en la condición congruente o en la neutra.*

Además del Stroop clásico de palabras y colores, el efecto también puede replicarse cuando se debe atender a posiciones espaciales e ignorar el significado de la palabra. Hablamos ahora del *Stroop espacial.* Si antes las dimensiones en conflicto eran la palabra (ignorada) y el color (atendida), ahora son la palabra (ignorada) y la posición espacial que ocupa (atendida). Por ejemplo, si solicitamos decir en voz alta en qué lado aparecen las palabras IZQUIERDA o DERECHA observaremos que es más difícil decir "derecha" cuando la palabra IZQUIERDA aparece en el lado derecho que si lo hiciera la palabra DERECHA (Lu y Proctor, 1995).

La asimetría Stroop. Una importante propiedad de la interferencia tipo Stroop es su *asimetría* (Virzi y Egeth, 1985). Suponga la palabra

[1] En la actualidad, existen algunos juegos diseñados para teléfonos móviles y tabletas inspirados en el efecto Stroop.

ROJO impresa en azul. En condiciones incongruentes el significado de la palabra interfiere sobre la denominación del color (decir "azul"), pero curiosamente la tinta azul no interfiere si lo que se pide es leer la palabra ROJO. Algo análogo sucede con las localizaciones. Suponga la palabra DERECHA localizada en el lado izquierdo. En condiciones incongruentes, el significado de la palabra interfiere si hay que decir su ubicación física (decir "izquierda"), pero la ubicación física no lo hace si hay que leer la palabra DERECHA. Sin embargo, esta asimetría se invierte en el Stroop espacial si le pedimos al sujeto que responda, no en voz alta, sino manualmente mediante pulsadores. Ahora, en condiciones incongruentes, el significado de la palabra no interferirá si se debe responder a su posición de aparición (p. ej.: presionar el pulsador izquierdo cuando la palabra DERECHA aparece a la izquierda), pero la posición de aparición sí que lo hará si debemos responder al significado de la palabra (p. ej.: presionar el pulsador derecho cuando la palabra DERECHA aparece a la izquierda, vea panel superior de la figura 5.2).

En resumen, los hallazgos descritos indican que la interferencia aparece siempre que la dimensión irrelevante del estímulo, a pesar de que debe ser ignorada, se procesa en el mismo sistema de respuesta que la relevante y se codifica de manera semejante[2]. Si se debe nombrar verbalmente el color de la tinta o la posición de aparición espacial, el significado de una palabra incongruente interferirá, pues ésta se codifica verbalmente, al igual que la respuesta de la dimensión relevante. Sin embargo, en una tarea Stroop espacial con respuestas manuales, una palabra incongruente no interferirá sobre la respuesta de posición espacial, pues el código verbal de la palabra es diferente del código espacial asociado a la respuesta motora.

¿A qué es debido el efecto Stroop? La explicación más habitual del Stroop clásico sostiene que la lectura de una palabra es un proceso altamente automatizado, que no se puede inhibir, y por ello interfiere sobre otra tarea diferente como es nombrar el color. Pese a lo popular de esta explicación, algunos investigadores matizan que el efecto Stroop no siempre conlleva necesariamente la actuación de una forma pura de procesa-

[2] Existe un "truco" genérico para tener claro el sentido de la interferencia, tanto con palabras-color como con posiciones espaciales. La dimensión irrelevante no interfiere si la tarea es leer en voz alta una palabra (respuesta vocal) o presionar un pulsador para indicar una posición (respuesta manual). Más adelante, veremos cómo este "truco" tiene un fundamento en la teoría ideomotora.

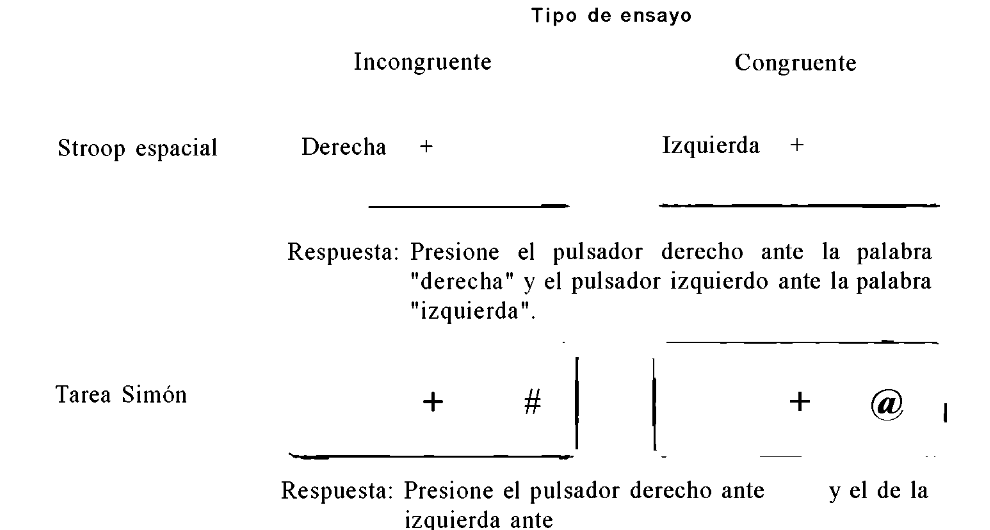


Figura 5.2. Stroop espacial y tarea Simón.

miento automático, en el que las palabras expuestas son procesadas en su totalidad. Por ejemplo, se ha descubierto que si sólo se colorea una única letra, el nombrado del color se ve mucho menos afectado que cuando se colorea toda la palabra (Besner, Stolz y Boutilier, 1997). En estos casos, si se produjera siempre un procesamiento automático completo de la palabra, la magnitud del efecto Stroop debiera ser parejo en ambas condiciones. Sin embargo no es el caso, pues la exigencia de focalizar la atención en una única letra evita, hasta cierto punto, la lectura automática de la palabra al completo.

3.2. El efecto Simón

Acabamos de ver cómo, en el Stroop espacial, el desempeño se ve negativamente afectado cuando, debiendo atender a la palabra, existe incongruencia entre la información espacial que transmite y su ubicación (por ejemplo, tal como se expone en el panel superior de la figura 5.2, pulsar el botón "derecho" cuando la palabra DERECHA aparece en la posición izquierda). Efectos similares se logran, no obstante, sin necesidad de que el estímulo aluda directamente a información direccional.

Observe el panel inferior de la figura 5.2. Representa la disposición típica de una tarea Simón (Lu y Proctor, 1995; Simón, 1990). Ahora aparecen, a la izquierda o a la derecha de un punto de fijación, estímulos que no denotan posiciones espaciales -p. ej.: estímulos de diversas formas-. El sujeto debe responder, mediante unos pulsadores, a la identidad del estímulo, ignorando por completo su localización espacial (p. ej.: presionar pulsador derecho ante @ y pulsador izquierdo ante #). En estos casos, se dice que se manifiesta un "efecto Simón" *si las respuestas son más rápidas cuando el estímulo aparece en el lado correspondiente a su respuesta que cuando lo hace en el lado opuesto.*

Al igual que el efecto Stroop, el efecto Simón es debido a la dificultad que tienen las personas para ignorar la información irrelevante (en este caso su posición espacial). En una tarea Simón, el efecto se debe principalmente a la *interferencia que aparece cuando la posición del estímulo y la respuesta asignada no se corresponden.* Es decir, el efecto es el resultado de un conflicto existente entre la información irrelevante procedente de su posición espacial (aparece a la derecha) y la información relevante que transmite el estímulo (p. ej.: "#" exige responder izquierda).

Explicaciones del efecto Simón. Una de las primeras explicaciones del efecto sostuvo que el sujeto exhibe una *tendencia natural a responder hacia la dirección de aparición del estímulo,* de tal forma que la ejecución es peor si el estímulo que allí aparece exige una respuesta contraria (Simón y Small, 1969). Sin embargo, experimentos posteriores demostraron que el efecto sigue manifestándose incluso cuando ambas localizaciones se presentan en el mismo lado respecto al punto de fijación (p. ej: ambas en el hemicampo derecho, disponiéndose una de ellas un poco más a la derecha que la otra). En consecuencia, la aludida tendencia natural de respuesta no parece una explicación convincente (Eimer, Cockburn, Smedley y Driver, 2001; Umiltá y Nicoletti, 1985).

Otra explicación alternativa admite que el efecto se debe a *la generación automática de códigos espaciales que entran en conflicto* (Hommel, 1993; Nicoletti y Umiltá, 1989). Sus defensores proponen que la posición en la que aparece el estímulo genera automáticamente un código espacial y, a su vez, la respuesta asignada al estímulo también es codificada en términos espaciales. En los ensayos incongruentes -en los que el código de la posición es contrario al código de respuesta- se producirá una competencia entre dos códigos incompatibles que será la responsable del enlenteci-

miento de la respuesta. En el epígrafe siguiente expondremos detalladamente cómo opera esta competencia entre respuestas.

Pero, además de una codificación automática espacial, es posible que en el efecto Simón pudiera participar también algún tipo de *estrategia inhibitoria voluntaria* bajo control del sujeto. Suponga que los estímulos son ahora dos cuadrados, uno rojo y el otro verde. El sujeto debe responder presionando un botón rojo situado a su derecha o un botón verde situado a su izquierda, en función del cuadrado que se muestre. En estos casos observamos el efecto Simón estándar, es decir, responder al cuadro rojo será más rápido cuando aparezca a la derecha que cuando lo haga a la izquierda (lo inverso para el cuadrado verde). Pero si invertimos la correspondencia, y pedimos ahora que se pulse la tecla verde ante el cuadrado rojo y a la inversa, obtendremos un *efecto Simón inverso.* Es decir, las respuestas serán más rápidas cuando el cuadrado aparezca en el lado opuesto al de la llave natural de su color (p. ej será más rápido responder al cuadrado rojo cuando aparezca a la izquierda que cuando lo haga a la derecha). Este último hallazgo indica que el sujeto pone en marcha estrategias activas que inhiben la relación lógica entre los colores y sus respuestas, de forma que se ve forzado a recodifícar la situación inviniendo el orden. Así, el estímulo relevante "rojo" significa ahora "verde" y pulsar "derecha" pasa a significar "izquierda" (Hedge y Marsh, 1975).

En conclusión, el hecho de que el efecto Simón sea de mayor magnitud cuando se emiten las respuestas con relativa rapidez sugiere que puede depender de un código espacial generado automáticamente, que se mantiene activo durante un breve periodo. A su vez, el efecto Simón inverso demuestra, por añadidura, que es posible obtener el efecto con respuestas emitidas más lentamente, lo que demuestra la posible participación de procesos intencionales de recodificación lógica bajo control del sujeto (De Jong, Liang y Lauber, 1994).

3.3. La selección de respuesta en la explicación de los efectos de compatibilidad espacial

Si recurrimos al modelo general de procesamiento descrito en el capítulo 2 (figura 2.1), debemos concluir que el efecto Stroop y el efecto Simón tienen su origen en el estadio de selección de respuesta. En ambos tipos de

tareas, tanto la dimensión relevante como la irrelevante son procesadas en paralelo. Este procesamiento genera un código de respuesta para cada una de ellas. Cuando el código de respuesta correspondiente a la dimensión irrelevante (p. ej.: el significado de la palabra) es diferente del código de respuesta de la relevante (p. ej.: el color de su tinta) el primero se debe suprimir (o debe decaer) antes de seleccionar la respuesta correcta a partir del segundo. Dado que esta supresión o inhibición es dificultosa, la dimensión irrelevante interfiere durante la selección de la respuesta relevante.

Este marco general descrito es el fundamento explicativo del efecto Stroop y de otros efectos semejantes desde los llamados modelos de "competencia entre respuestas" (Lu y Proctor, 1995). Estos modelos presuponen que tanto la dimensión relevante como la irrelevante se procesan a la vez, en paralelo, y compiten por acceder a un canal central de capacidad limitada (cuello de botella o *bottleneck*) encargado de seleccionar la respuesta (en el siguiente capítulo veremos esta operativa exhaustivamente). La primera dimensión que se procese completamente accederá por adelantado a dicho canal central. En consecuencia, la interferencia aparecerá siempre que la información de la dimensión irrelevante acceda a este cuello de botella antes de que lo haga la información de la dimensión relevante.

Debilidades de los modelos de competencia. Admitir que las dimensiones compiten entre sí (a modo de carrera) para conseguir activar su respuesta correspondiente es simple. Sin embargo, algunos datos apuntan a que estos modelos de competencia pueden exhibir debilidades. El principal problema al que se enfrentan es que, contrariamente a las predicciones, la interferencia ejercida por la dimensión irrelevante puede reducirse, e incluso a veces evitarse.

Por ejemplo, sabemos que en el Stroop espacial, si se atiende a la posición de la palabra el efecto no aparece con respuestas manuales (sí con vocales), y si se atiende al significado de la palabra el efecto no aparece con respuestas vocales (sí con manuales). Responder manualmente a la posición (presionar el botón del lado de aparición) o verbalmente al significado (leer en voz alta la palabra) son respuestas altamente compatibles en un plano ideomotor[3] (Greenwald, 1972), pues en ambos casos el estímulo tiene gran correspondencia con la respuesta requerida. Desde las teorías de la "compatibilidad

[3] De forma genérica, el concepto ideomotor se refiere a la ejecución de movimientos o acciones motoras como resultado de expectativas o conocimientos previos. Si espero que me lancen un objeto esférico, la palma de mi mano adoptará una forma curva para

ideomotora" se argumenta que, si existe una alta compatibilidad entre el estímulo y su respuesta, la selección de esta última se realiza directamente, sin mediación cognitiva, evitando así tener que acceder al cuello de botella. Por lo tanto, cuando esto sucede, es muy improbable que aparezcan efectos de interferencia Stroop. Observe que los beneficios de la compatibilidad ideomotora son problemáticos de explicar desde los modelos de competencia entre respuestas. Para estos modelos de competencia, si ante un modo de ejecutar la respuesta (manual o vocal) la dimensión irrelevante "gana la carrera" para acceder la primera al cuello de botella, debiera hacerlo igualmente con el modo de respuesta alternativo. Dicho de otra forma, el modo de emisión de respuesta no debiera afectar a la "carrera'" entre dimensiones. Sin embargo, ya hemos visto que no es así, pues la existencia de una alta compatibilidad ideomotora entre estímulo y respuesta elimina el efecto Stroop debido a que, en estos casos, la dimensión irrelevante no es la ganadora.

A su vez, otros estudios han descubierto que el procesamiento automático de la lectura de la palabra no es el único factor que afecta al Stroop. Por ejemplo, modificar la *proporción de ensayos congruentes e incongruentes* repercute, también, sobre la magnitud del efecto. Si los ensayos incongruentes aparecen en menor proporción, su velocidad de procesamiento es más lenta que la de los congruentes, pero si aparecen en mayor proporción se procesan con mayor rapidez y el efecto Stroop disminuye (Logan y Zbrodoff, 1979). Esta ventaja de procesamiento de los ensayos incongruentes cuando estos son más frecuentes es debida a la puesta en marcha de una estrategia por la que el sujeto aprende a dividir más adecuadamente la atención entre la dimensión relevante y la irrelevante, evitando la influencia perniciosa de esta última (Logan y Zbrodoff, 1979). Algo semejante se ha descubierto, también, cuando el número de ensayos con palabras de color se incrementa y disminuye el número de ensayos neutros: el efecto Stroop disminuye (Tzelgov, Henik y Berger, 1992).

Finalmente, manipular el *ritmo de presentación de los ensayos* puede eliminar el efecto Stroop. En experimentos de Stroop espacial (en el que las palabras ARRIBA y ABAJO aparecían encima o debajo del punto de fijación), se descubrió que el efecto desapareció reduciendo el intervalo entre ensayos desde 2000 ms hasta 200 ms (De Jong, Berendsen y Cools,

recogerlo. Entre dos eventos puede darse una alta correspondencia ideomotora: por ejemplo, la presentación de una palabra como estímulo está plenamente asociada a su lectura como respuesta.

1999). Parece que una presentación rápida de los ensayos permite que los sujetos mantengan su atención más eficazmente focalizada en la tarea de nombrar la posición de las palabras, lo que inhibiría la lectura automática de las mismas y reduciría el efecto. Por el contrario, con ritmos más lentos de presentación de los estímulos, la focalización atencional sobre la posición empeoraría, pues el significado de la palabra comenzaría a procesarse y ejercería interferencia.

Conclusiones. Los hallazgos expuestos relativos a los efectos Stroop y Simón han sido sintetizados por algunos autores de la siguiente manera (Lu y Proctor, 1995):

1) El hecho de que los efectos dependan de cómo se ejecute la respuesta (p. ej.: verbalmente o manualmente) sugiere que existen asociaciones ideomotoras, previamente establecidas entre dimensiones del estímulo y características de respuesta, y estas asociaciones difieren en magnitud. Aunque algunas dimensiones estimulares parecen activar sus respuestas automáticamente (p. ej.: las palabras), en realidad la automaticidad es más bien una cuestión de grado, no tanto una cuestión de todo o nada.
2) Los efectos espaciales emergen a partir de la codificación del espacio, aunque todavía se debate acerca de cómo se generan dichos códigos.
3) La velocidad relativa con la que se procesan las dimensiones relevante e irrelevante puede influir en el efecto, aunque no siempre conforme a las predicciones del modelo de competencia entre respuestas. Al parecer, los códigos espaciales tienden a decaer o disiparse antes en el tiempo, mientras que los efectos del procesamiento intencional (p. ej.: la recodificación lógica) tienen más duración.
4) El hecho de manipular la ratio entre ensayos congruentes e incongruentes, así como modificar su velocidad de presentación, indica que los sujetos aplican estrategias atencionales arriba-abajo que pueden reducir el efecto Stroop.

3.4. El efecto de compatibilidad de los flancos

El efecto de compatibilidad de los flancos (ECF) es otro fenómeno que, de nuevo, demuestra la existencia de interferencia debida a nuestra difi-

cuitad para inhibir la información irrelevante. El *paradigma experimental de los flancos* fue desarrollado originalmente por Eriksen y Eriksen (1974), de ahí que en ocasiones se le conozca también como paradigma Eriksen.

En esta tarea se expone una letra *target* en el centro de una presentación, flanqueada por otras letras distractoras. El sujeto debe atender al *target* central e ignorar los flancos. Por ejemplo, en la ilustración de la figura 5.3 se instruye al sujeto a pulsar el botón derecho si la letra *target* es S o F, y a pulsar el izquierdo si la letra *target* es FI o T. Observe que el *target* puede estar flanqueado por otras letras con respuesta semejante, con respuesta contraria o por letras neutras que no tienen respuesta asignada, como la R. Pues bien, se dice que *se manifiesta un ECF si la ejecución es rápida y precisa ante un target rodeado por flancos con respuesta compatible (FFSFF, HFITHFI...), intermedia si los flancos son letras neutras (RRSRR, RRHRR), y lenta e imprecisa si los flancos son de respuesta incompatible (HHSHH, FFTFF...).*

Tipo de ensayo

Neutro	Incongruente	Congruente
R R S R R	H H S H H	F F S F F

Tarea: Presione el pulsador derecho ante las letras "S" o "F" y el izquierdo ante las letras "H" o "T".

Figura 5.3. Paradigma de compatibilidad de los flancos. La tarea consiste en responder ante la letra central ignorando las letras que la flanquean.

En este paradigma, la respuesta asociada con el *target* se activa de forma simultánea con la respuesta asociada a los flancos. A pesar de que al sujeto se le insiste en que concentre su atención exclusivamente en la letra central, los flancos no pueden ignorarse y se procesan perceptivamente hasta el punto de ocasionar una preparación motora de su respuesta asociada (Gratton, Coles, Sirevaag y Eriksen, 1988; Heil et al., 2000). Esta preparación de la respuesta de los flancos es la responsable de los potenciales beneficios o costes de ejecución descritos en cada una de las condiciones experimentales. La interferencia surge a partir del *conflicto existente entre las respuestas del target y la de los flancos,* de tal manera que las letras incongruentes activan procesos de respuesta que deben

suprimirse antes de activar adecuadamente la respuesta correcta asociada con el *target.*

El ECF es un fenómeno que pone en apuros a los modelos de la selección temprana, pues, a pesar de los potenciales efectos negativos que ejercen los flancos incompatibles dispuestos en posiciones irrelevantes, las personas no son capaces de ignorarlos cuando focalizan su atención en la letra central. Es decir, el sujeto es incapaz de aplicar un filtro que bloquee los flancos atendiendo a su posición y permita seleccionar exclusivamente la posición del *target.* De hecho, se ha demostrado que la información de los flancos es procesada y permite incluso aprender implícitamente relaciones predictivas entre flancos y respuesta correcta. Por ejemplo, si en el 80% de los ensayos un *target* S es acompañado de flancos H y en el 20% de flancos T, se observa que la respuesta de los sujetos es mucho más rápida cuando aparecen letras H flanqueando a la S, a pesar de que ningún participante sea capaz de percatarse, conscientemente, de la alta correlación existente entre S y H (Miller, 1987). A este efecto, por el que se responde más rápidamente a un *target* cuando va acompañado por flancos con los que guarda una alta correlación, se le denomina "*efecto de la validez del flanco".* Este efecto es de gran magnitud cuando, de forma sistemática, ciertas letras se utilizan sólo como *targets* y otras sólo como flancos.

Factores que afectan al ECF. Una línea interesante de investigación ha analizado qué factores podrían facilitar la tarea y reducir, de este modo, el efecto. La única variable que parece ejercer una influencia consistente y sólida sobre el ECF es la *separación espacial,* ya que al incrementar la distancia entre el *target* y los flancos más allá de 1 grado de ángulo visual[4] el efecto disminuye (Eriksen y Eriksen, 1974). El efecto también se reduce cuando el *target* y los flancos se hacen más diferentes físicamente (p. ej.: presentando el *target* en un color y los distractores en otro). En definitiva, aunque la separación espacial es especialmente eficaz, cualquier factor que incremente la posibilidad de discriminar el *target* de los distractores puede reducir también el ECF.

Paradójicamente, al menos una investigadora ha demostrado que hacer la tarea de flancos más sencilla, en realidad, la vuelve más complicada. Como ya sabemos por lo expuesto en el capítulo 3, Lavie (1995) propuso la denominada hipótesis de la "*carga perceptiva*". Conforme a ella, el

[4] Aproximadamente, 1º de ángulo visual corresponde al ancho de nuestro pulgar observado con el brazo extendido.

grado de influencia ejercida por los flancos dependerá de la carga perceptiva de la tarea. Según esta autora, cuando la carga es baja (p. ej.: la presentación exhibe pocos ítems a los que atender) el procesamiento del *target* no precisa emplear todos los recursos de procesamiento disponibles, por lo que los flancos se procesarán involuntariamente al utilizar los recursos extra sobrantes y, en consecuencia, influirán sobre el *target.* Por el contrario, si la carga perceptiva es elevada, el *target* requerirá el máximo de recursos disponibles para poder seleccionarse, por lo que será improbable el procesamiento de los flancos y, por consiguiente, su influencia será menor. Veamos cómo lo demostró.

En uno de sus experimentos, esta investigadora adaptó el paradigma de flancos a una tarea de TR *go/no-go* (vea figura 5.4). En los ensayos *go,* el sujeto debía indicar si la letra *target* que aparecía en la fila central era una U o una H, e ignorar el flanco distractor que aparecía arriba o abajo. En los ensayos no*-go* no debía emitir respuesta alguna. Por su parte, como se observa en la figura 5.4, en las condiciones de baja carga, la respuesta *go* debía emitirse si aparecía una forma en color gris y la *no-go* si aparecía una forma en color blanco. En las condiciones de alta carga, la respuesta *go* era indicada por un círculo blanco o un cuadrado gris y la no-go por un círculo gris o un cuadrado blanco. Los resultados obtenidos favorecieron la hipótesis de partida, pues la interferencia del flanco sobre la respuesta al *target* fue menor en la condición de alta carga y mayor en la de baja carga. No obstante, aunque varios trabajos favorecen la hipótesis de la carga per-

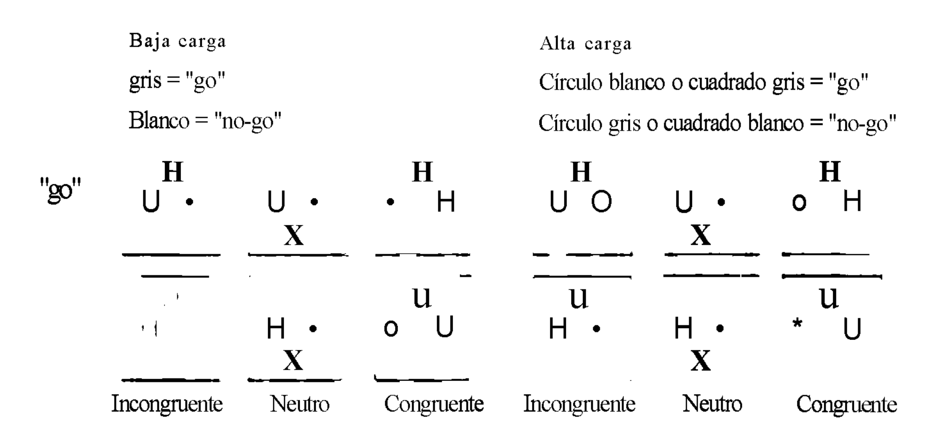


Figura 5.4. Representación esquemática de la disposición empleada por N. Lavie (1995). La tarea consistía en responder ante las letras de la fila central (ignorando las letras superiores e inferiores) cuando se presentaba la señal "go".

ceptiva, algunos otros aportan evidencia contraria al demostrar que, en condiciones de baja carga, no siempre los distractores irrelevantes capturan automáticamente la atención (Paquet y Craig, 1997).

4. Inhibición de retomo

Por lo explicado en el capítulo 3, sabemos que cuando una señal dirige la atención hacia una región específica del espacio, se facilita la identificación de un *target* que aparezca en ese lugar concreto (Posner, Snyder y Davidson, 1980). Sabemos que las señales exógenas (o periféricas) atraen automáticamente la atención hacia la región en la que aparecen (p. ej., una luz parpadeante que aparece súbitamente captura nuestra atención mediante un mecanismo de orientación reflejo). Por su parte, las señales endógenas (o centrales) necesitan que el observador las interprete previamente para tener efectos sobre el desplazamiento atencional. Tanto señales exógenas como endógenas son eficaces para controlar y dirigir la atención,

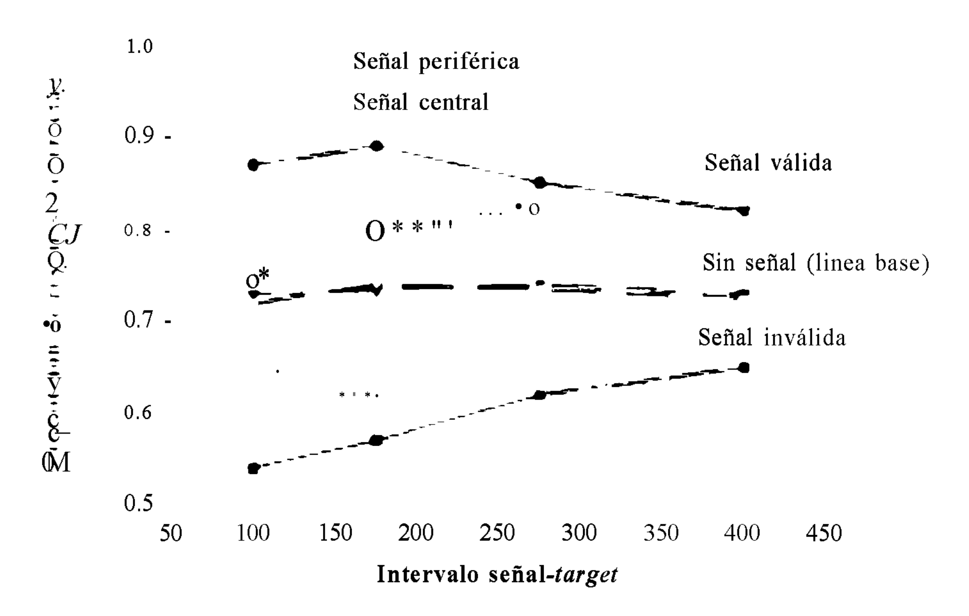


Figura 5.5. Beneficios y costes de señales periféricas (exógenas) y centrales (endógenas) en función del intervalo temporal *SGñal-target.*

Fuente: Müller y Rabbitt (1989).

pero su *modus operandi* es diferente. Una de las principales diferencias entre ambos tipos de señales tiene que ver con el transcurso temporal de sus efectos positivos (beneficios ante señales válidas) o negativos (costes ante señales inválidas). Como se observa en la figura 5.5, tanto los costes como los beneficios asociados con la presentación de señales exógenas se obtienen antes, y son de mayor magnitud, que los correspondientes ante señales endógenas; aunque todos los efectos tienden a confluir en torno a los 300 ms a partir de su presentación.

Sin embargo, por paradójico que resulte, los beneficios que genera el uso de una señal exógena válida al marcar una posición en el espacio pueden convertirse en inhibición y generar costes. Posner y Cohén (1984) demostraron, por primera vez, cómo podía enlentecerse la detección de un *target* si entre la aparición de la señal exógena que le precede y la aparición de dicho *target* transcurrían al menos 300 ms (véase figura 5.6). Es decir, con una SOA entre la señal y el *target* de 300 ms o superior -y durante unos 3 segundos aproximadamente-, las respuestas ante *targets* que aparecen en posiciones previamente señalizadas suelen ser más lentas que las respuestas ante *targets* en posiciones no señalizadas. Este resultado indica que la capacidad de la señal exógena para capturar la atención tiene un ciclo de vida corto y conlleva un *sesgo que evita que la atención regrese de inmediato a la zona señalizada.* A este sesgo se le denomina "inhibición de retorno"[5]. Comparado con el control atencional endógeno, en el que las personas pueden dirigir voluntariamente su atención hacia

[5] La inhibición de retorno es un fenómeno por el que la atención, durante un corto periodo de tiempo (unos 3 segundos) evita volver "sobre sus pasos" y visitar zonas previamente exploradas. Suponga que durante 250 ms presentamos, en un monitor, una señal visual exógena (una barrita) que marca una potencial ubicación de un estímulo *target* (letra X). El sujeto debe presionar un botón lo más rápidamente posible cuando detecte la X. Si el tiempo que transcurre entre la presentación de la señal y la aparición del *target* (SOA) es superior a 300 ms, se observa que el TR ante el *target* se incrementa en comparación con las condiciones en las que no aparece una señal previa, o con las condiciones en las que el SOA señal-*target* es inferior a 300 ms. La lógica que subyace es que la aparición de la señal exógena capta la atención, pero dado que el estímulo no se presenta de inmediato, el mecanismo atencional "considera" que esa región no contiene la información de interés y desplaza el foco hacia otras zonas, evitando volver de forma inmediata a la previamente explorada. Cuando aparece el *target,* la atención debe reorientarse a la zona señalada, tomando el tiempo extra que caracteriza la inhibición de retorno. La IR es un mecanismo adaptativo, pues permite una exploración eficiente del medio. Así, un animal explora visualmente diversas zonas del ambiente como prevención ante la presencia de un depredador. Sería totalmente disfuncional vigilar una y otra vez la misma zona, evitando con ello la búsqueda en otras regiones diferentes en las que pudiera ocultarse la amenaza.

posiciones previamente señalizadas y exploradas, al control exógeno parece acompañarle un proceso inhibitorio que impide que la atención vuelva a explorar de forma inmediata una zona previamente señalizada en las que no se detectó ningún estímulo relevante (Klein y Taylor, 1994).

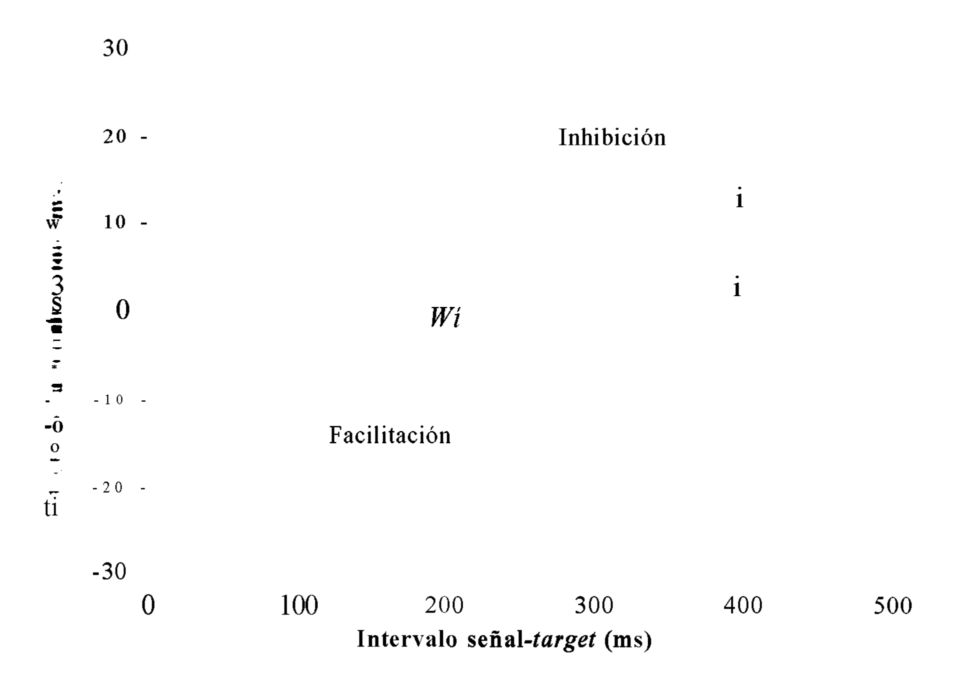


Figura 5.6. Inhibición de retorno con una señal exógena de localización.

Fuente: datos de Wright y Richard (1998).

La inhibición de retorno (IR) es un fenómeno observado en una amplia variedad de contextos: ante *targets* visuales (Posner y Cohén, 1984) y auditivos (Mondor, Breau y Milliken, 1998), en tareas de detección y de identificación (Kingstone y Pratt, 1999), y registrando tanto respuestas manuales (Posner y Cohén, 1984) como movimientos oculares (Abrams y Dobkin, 1994). Aunque la inhibición de retorno suele ser de mayor magnitud en la zona señalizada, el fenómeno puede extenderse a todo el hemicampo visual correspondiente. De hecho, algunos trabajos han demostrado que la IR parece operar conforme a una especie de gradiente espacial, de forma que la inhibición es muy intensa en la posición marcada por la señal, progresivamente disminuye hacia la periferia y cede el paso a una facilitación en el hemicampo visual opuesto al de su aparición (Bennett y Pratt, 2001).

4.1. Función de la inhibición de retomo

La función de la IR es la de garantizar una *búsqueda visual eficiente* en ambientes complejos. Esto se consigue evitando que la atención vuelva, de forma inmediata, a visitar localizaciones exploradas recientemente. La IR es un fenómeno estrechamente relacionado con el movimiento ocular, pues evita que nuestra mirada se dirija a lo inmediatamente visto, forzándola a desplazarse hacia nuevos estímulos de interés. Pero, además de estimular la focalización atencional hacia nuevos objetos o regiones del espacio, la IR es útil también para *suprimir la distracción.* Por ejemplo, la presencia de destellos o flashes que atraerían poderosamente nuestra atención pueden perder su eficacia gracias a que la IR nos permite evitarlos y dirigir, de esta manera, nuestro foco atencional hacia otras regiones que contengan estímulos novedosos.

Para comprobar que la IR favorece una búsqueda eficiente se han empleado tareas de búsqueda visual en las que deben escrutarse varias localizaciones con objeto de detectar la presencia de un *target.* La inhibición se mide presentando un estímulo sonda o *probé,* que también debe ser detectado. La sonda suele consistir en la iluminación repentina de una zona previamente explorada que contenía un *target* o una localización sin explorar. Disposiciones de este tipo han permitido investigar el número de localizaciones previas sobre las que persistiría el fenómeno. Se ha descubierto que los efectos de la IR -mayores TR y errores en la detección del *probé-* pueden llegar a mantenerse a través de cinco localizaciones sucesivas (Snyder y Kingstone, 2000). La magnitud del efecto es máxima en la localización inmediatamente explorada y disminuye, de manera lineal, según nos retrotraemos hacia localizaciones previamente atendidas. En definitiva, durante la búsqueda visual, la IR puede entenderse como una especie de "etiquetado inhibitorio" de las posiciones previamente exploradas.

Al contrario de lo que sucede en el laboratorio, en la vida real son pocas las situaciones en las que los objetos que exploramos se encuentran completamente inmóviles. En un intento de reproducir en laboratorio las condiciones de búsqueda dinámica de la vida real, algunos experimentos han utilizado estímulos en movimiento (Tipper, Driver y Weaver, 1991). En estos casos se ha descubierto que la IR también puede asociarse estrechamente con el objeto en movimiento. El etiquetado inhibitorio vinculado con un objeto que se desplaza -y no tanto con sus coordenadas espaciales

cuando fue originalmente explorado- es un importante *mecanismo adaptativo que garantiza una búsqueda eficiente en situaciones dinámicas,* como las de la vida real[6].

5. Marcado visual

Sabemos, por lo explicado en el capítulo 3, que la búsqueda visual es más laboriosa cuando el *target* a localizar se define por una conjunción de características (p. ej.: localizar un círculo azul entre círculos verdes y triángulos azules) que cuando lo hace por una característica única (p. ej.: localizar un círculo azul entre cuadrados rojos y triángulos verdes). Allí dijimos también que, utilizando conjunciones, el tiempo de búsqueda del *target* se incrementa conforme lo hace el número de ítems distractores (efecto del tamaño de la presentación). Pues bien, si en una tarea de búsqueda visual parte de los distractores se presentan un poco antes (preexposición) que el resto, la localización del *target* se facilita. Esta facilitación se debe a la participación de un mecanismo inhibitorio arriba-abajo, denominado "marcado visual". El marcado es una operación puesta en marcha por el sujeto, que permite inhibir activamente las localizaciones ocupadas por los distractores preexpuestos; de este modo dichas localizaciones son excluidas durante la búsqueda posterior del *target* y, en consecuencia, el efecto ejercido por el tamaño de la presentación se reduce (Watson y Humphreys, 1997, 1998, 2000).

Es importante tener en cuenta que, contrariamente a la IR, el marcado visual es un proceso arriba-abajo, bajo control del sujeto, que se aplica de forma flexible dependiendo de las metas o de la conducta requerida por la tarea, de ahí que no tenga nada que ver con el etiquetado inhibitorio de la IR. Al igual que en la IR, la inhibición debida al marcado visual se manifiesta también ante presentaciones dinámicas en las que los distractores se desplazan (Watson y Humphreys, 1998).

[6] Piense en lo que sucede cuando vamos a cruzar, temerariamente, por una calle muy transitada, en la que exploramos rápidamente diversas posiciones de la calzada por las que transitan vehículos en movimiento.

6. *Priming* negativo

De lo expuesto hasta el momento se deduce que cualquier actividad de nuestra vida cotidiana exige una selección y, a la vez, una inhibición. Actos tan simples, como coger un salero en una mesa repleta de objetos, requieren seleccionar el movimiento adecuado de nuestro brazo y nuestra mano para alcanzarlo. A su vez, es igualmente necesario inhibir otras acciones inapropiadas o rutas equivocadas hacia nuestro destino, como golpear accidentalmente la botella de vino o el florero.

En esta sección vamos a explicar las posibles consecuencias que, sobre la conducta futura, tiene inhibir una información o ignorar objetos o ubicaciones en el momento presente. Sabemos que seleccionar un *target* requiere habitualmente inhibir los distractores. Por ejemplo, en una tarea Stroop, el significado de la palabra debe ser ignorado en la medida de lo posible para nombrar correctamente el color de su tinta. De forma semejante, en el paradigma de los flancos, las respuestas asociadas con los distractores incongruentes deben ser suprimidas para obtener un buen desempeño ante el *target.* Pues bien, el paradigma del "*priming* negativo" (PN) se desarrolló, precisamente, para explorar cómo evoluciona a lo largo del tiempo el hecho de haber inhibido un distractor con anterioridad.

El *priming* negativo se manifiesta en multitud de tareas. La versión más común de este paradigma requiere que los participantes respondan a la identidad de un *target* que está acompañado por uno o más distractores *(priming negativo de identidad).* Por ejemplo, observe la figura 5.7. A los participantes se les dice que atiendan y nombren el objeto que aparece en color negro (gato) e ignoren el estímulo de color gris que aparece solapado (cometa)[7]. Con objeto de saber qué efectos tiene en el tiempo haber ignorado previamente un estímulo, la tarea organiza los ensayos en pares secuenciales: un ensayo previo (ensayo *prime)* es seguido por otro posterior (ensayo *probé* o ensayo de sondeo). Como se puede observar, en la condición de "repetición ignorada", el distractor en un ensayo *prime* actúa como *target* en el ensayo *probé.* Los resultados obtenidos en esta condición se comparan con otra condición control, en la que los estímulos de los ensayos *prime* y *probé* son diferentes entre sí. Pues bien, se dice que *existe "priming negativo" cuando las respuestas a un target en el ensayo*

[7] En el experimento original, los colores reales fueron rojo y verde.

probé son más lentas si dicho target actuó como distractor en el ensayo prime que cuando no lo hizo. En resumidas cuentas, identificar un ítem previamente ignorado (cometa) es más lento que si se presentase por primera vez (pez). Observe la lógica del efecto: la selección previa de un *target* es acompañada por la inhibición del distractor; como esta inhibición perdura en el tiempo, la selección posterior del ítem previamente inhibido será más difícil.

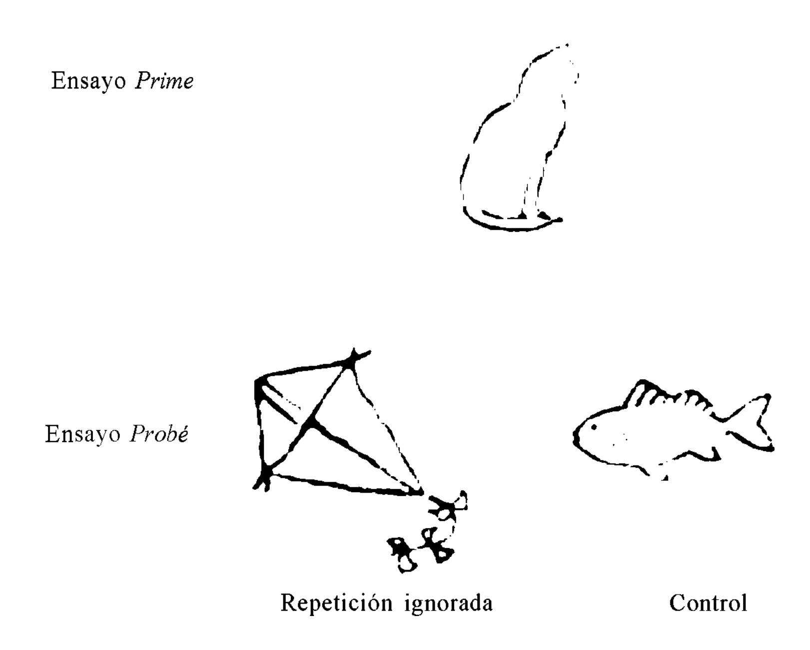


Figura 5.7. *Priming* negativo de identidad. La tarea consiste en nombrar el elemento presentado en negro. Cuando el elemento en gris del ensayo *prime,* es presentado en negro en el ensayo probé *(tatget),* los tiempos de reacción resultan superiores a los de la condición control, en la que ambos elementos aparecen por primera vez.

De forma análoga al PN de identidad, los efectos inhibitorios también se pueden manifiestar cuando la tarea requiere responder a la localización de un estímulo (Tipper, Brehaut y Driver, 1990). Como en el caso anterior, la presencia de un distractor que en el ensayo *prime* debe ignorarse afectará al tiempo de respuesta en el ensayo *probé* (Kahneman, Treisman y Burkell, 1983). La figura 5.8 expone un ejemplo de *priming negativo de localización.* Ahora, el sujeto responde indicando la posición que ocupa un estímulo *target* (p. ej.: @) e ignora el distractor (p. ej.: +). En condiciones de repetición ignorada, cuando el *target* en el ensayo *probé* aparece en la

misma localización que el distractor en el ensayo *prime,* las respuestas son más lentas que en la condición control, en la que el *target* se ubica en posiciones previamente desocupadas. Como en el *priming* de identidad, la diferencia de TR entre la condición de repetición ignorada y la de control sirve como medida del efecto de *priming* negativo.

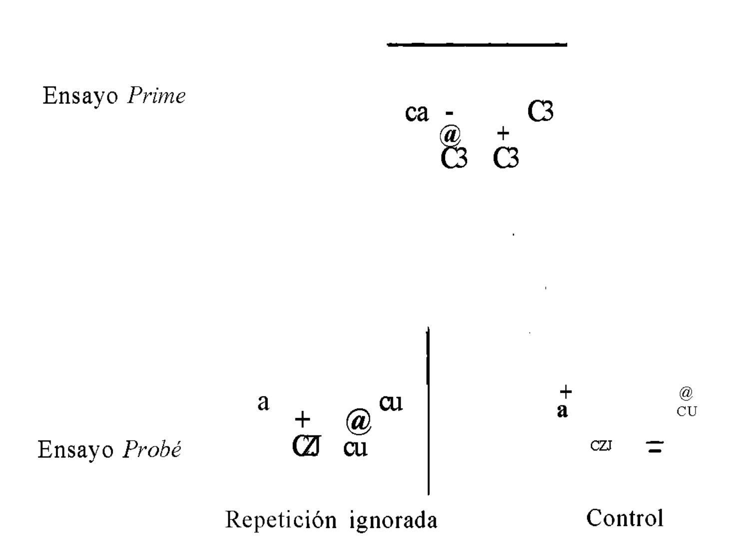


Figura 5.8. *Priming* negativo de localización. La tarea consiste en responder a la localización del *target* "@". La respuesta ante un *target* presentado en la localización previamente ocupada por el distractor en el ensayo *prime* es más lenta que si se presenta en una posición distinta.

En la mayoría de experimentos de *priming* los estímulos utilizados han sido dibujos, símbolos o palabras que requieren emisión de respuestas relativamente simples. Sin embargo, algunos investigadores han ido más allá y han sugerido que la funcionalidad del PN podría ser la de *facilitar las acciones dirigidas a metas.* Para comprobarlo se han diseñado tareas en las que se han explorado los efectos del PN durante el control de la acción. Por ejemplo, una tarea que permite estudiar el alcance selectivo de un objeto fue diseñada por Tipper, Lortie y Baylis (1992). Como se observa en la figura 5.9, la tarea es muy sencilla. Partiendo de una posición inicial, los sujetos deben desplazar lo más rápidamente su brazo y tocar con su mano una de las nueve posiciones posibles de un tablero. La posición *target* que debe alcanzarse se ilumina con un led rojo, mientras que un led amarillo en otra posición indica que ésta debe ignorarse. La variable dependiente es el tiempo que tarda el sujeto en tocar la posición *target,* partiendo desde la posi-

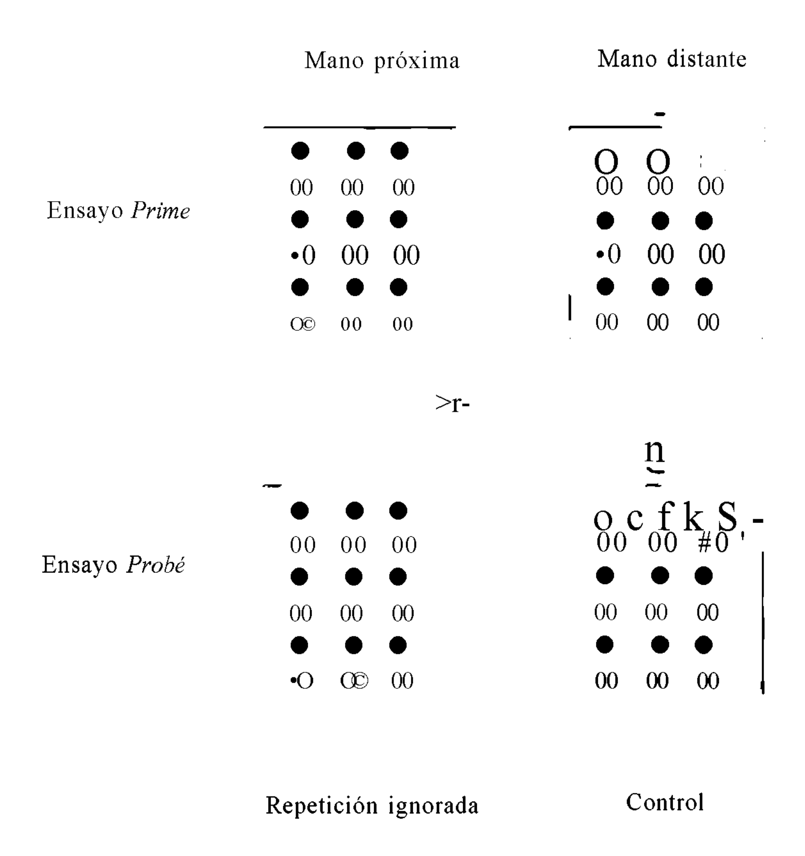


Figura 5.9. Paradigma de alcance selectivo de Tipper, Lortie y Baylis (1992). La tarea consiste en desplazar la mano hasta tocar el pulsador correspondiente a la luz *target* (representada aquí como un círculo oscuro). Téngase en cuenta que, tanto para los ensayos control como de repetición ignorada, la posición inicial de la mano puede ser próxima o distante del cuerpo.

ción inicial. En unos casos, la posición de partida corresponde a la posición más cercana al cuerpo (mano próxima), mientras que en otros corresponde a la más alejada del mismo (mano distante). Los resultados, representados en la figura 5.10, revelan un efecto curioso. Sólo las posiciones distractoras que tienen que ser atravesadas por la mano en el ensayo *prime* causan efectos de PN en el ensayo *probé*. En la condición de mano próxima, las posiciones distractoras del ensayo *prime* que interfirieron en el ensayo *probé* fueron las de la fila más cercana al cuerpo del sujeto. Por el contrario, en la condición de mano distante, las posiciones distractoras del ensayo *prime* que interfirieron en el ensayo *probé* fueron las de la fila más alejada del cuerpo. Es decir, si nuestra mano atraviesa una región que debe ignorarse, alcanzar posteriormente dicha región será más lento que si no hubiera sido

previamente ignorada. Al tratarse ahora de una respuesta motora de desplazamiento, el hallazgo sugiere que el *priming* negativo es un fenómeno inhibitorio imprescindible para el control de las acciones.

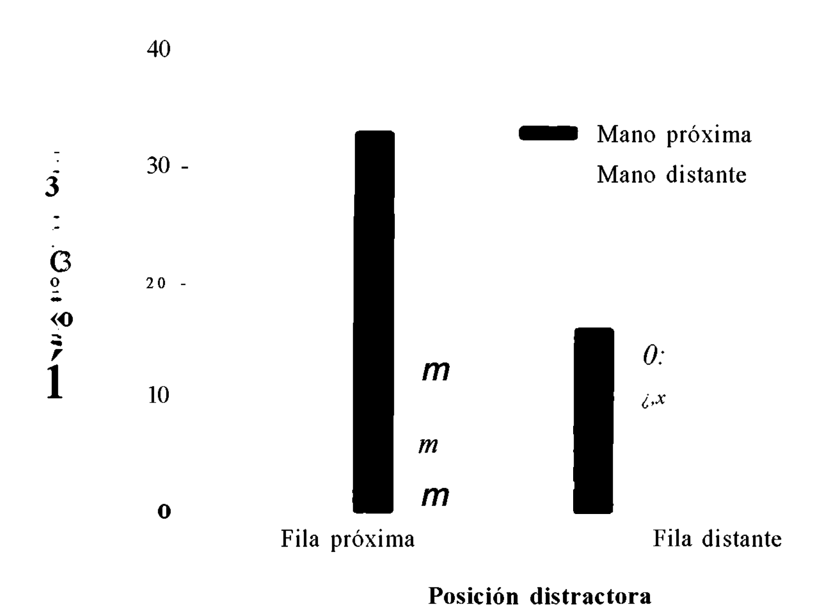


Figura 5.10. Efectos de *priming* negativo obtenidos en el paradigma de alcance selectivo de Tipper, Lortie y Baylis (1992).

6.1. *Priming* negativo vinculado al objeto

¿A qué es debida la inhibición responsable de los efectos de *priming* negativo: al objeto (su identidad —el qué—) o a su posición (el dónde)? Debido a que numerosos objetos del medio tienden a desplazarse, y a que la mayor parte de nuestras acciones motoras se realizan con el propósito de alcanzar y coger algo (p. ej.: capturar un balón, estrechar la mano de alguien o coger una taza de café), tiene sentido pensar que la inhibición generada por el PN podría estar vinculada al objeto, en lugar de (o además de) a su localización espacial. Tipper, Brehaut y Driver (1990) exploraron esta hipótesis analizando los efectos de PN de localización ante objetos estacionarios y en movimiento. Recuerde que en el *priming negativo* de localización el sujeto debe responder a la ubicación del *target* (@) e ignorar la del distractor (+). En la figura 5.11 se ilustra la disposición experimental empleada en dos de sus experimentos.

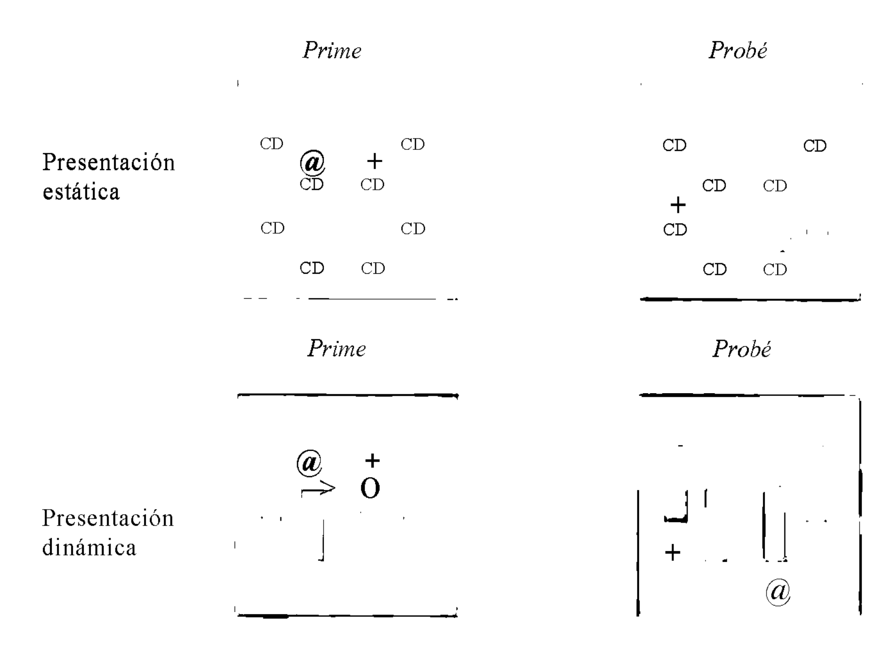


Figura 5.11. Paradigma de *priming* negativo con presentaciones estáticas y "dinámicas" (movimiento aparente). La tarea consistía en indicar cuál de las cuatro posiciones era ocupada por el *target* "@" (desde izquierda a derecha).

Fuente: Adaptado de Tipper, Brehaut y Driver, 1990.

Hubo ocho posibles localizaciones de aparición de los estímulos. En la condición estática los estímulos se situaban sobre unas pequeñas marcas horizontales y aparecían estacionarios. En la condición dinámica las marcas eran rectángulos alargados, y los estímulos aparecían dibujados de tal forma que transmitían la sensación de desplazamiento, aunque no se desplazaban en realidad (vea figura 5.11). En ambas condiciones, el ensayo *prime* mostraba los estímulos en la parte superior y el ensayo *probé* en la parte inferior. La manipulación crítica fue que los estímulos parecía que se habían desplazado en la condición dinámica, pero no en la estática. Siguiendo la lógica ya expuesta del *priming negativo* de localización, la tarea del sujeto fue indicar en cuál de las cuatro posiciones aparecía el *target* @.

Pues bien, sólo se encontraron efectos de PN en la condición dinámica, con estímulos aparentemente en movimiento, pero no en la estática. En la condición dinámica el *priming* ocurrió cuando el *target* en el ensayo *probé* apareció en la misma posición vertical relativa que el distractor en el ensayo *prime* (en la figura, segunda barra de la derecha), aunque la posición

absoluta fuera diferente {*prime* en zona superior vs. *probé* zona inferior). En definitiva, cuando los objetos aparentan desplazamiento, la inhibición parece desplazarse junto a ellos y seguir su trayectoria. Es decir, la inhibición ocasionada por el *priming* negativo parece estar vinculada al objeto y opera a lo largo de su desplazamiento.

Otros autores, no obstante, han demostrado que los efectos de PN pueden estar vinculados tanto con la identidad del objeto como con su localización. En trabajos en los que se han conjugado condiciones de *priming* de identidad (el sujeto nombraba una letra *target* de un color e ignoraba la de otro color) con *priming* de localización (presionaba también un botón para señalar la posición izquierda o derecha que ocupaba la letra *target)* se observó que la velocidad nombrando la letra en el ensayo *probé* se vio afectada tanto por la identidad como por la posición del distractor en el ensayo *prime*, y ambos efectos fueron aditivos (Connelly, Hasher y Kimble, 1992). En definitiva, la inhibición responsable del fenómeno de *priming* negativo puede estar ocasionada tanto por el objeto como por el espacio. Ambas son disociables y afectan a diferentes aspectos del procesamiento del *target.* A modo de corolario, la tabla 5.1 recoge algunas conclusiones generales relacionadas con el efecto de *priming* negativo (Fox, 1995).

Tabla 5.1.

Algunas conclusiones acerca del *priming* negativo

El PN puede manifestarse utilizando cualquier característica de un objeto ignorado (p. ej.: posición, identidad, color). Surge utilizando palabras, palabras-color tipo Stroop, letras, imágenes y dibujos o formas.
El PN es flexible y depende de los objetivos de la tarea. Sólo serán inhibidas aquellas propiedades del distractor que compitan directamente con el *target* en términos de metas a lograr.
La magnitud del PN tiende a disminuir conforme aumenta el número de objetos que deben ser ignorados, debido probablemente a que la capacidad inhibitoria debe distribuirse entre ellos.
El PN depende, a veces, de la presencia de estímulos distractores en el ensayo *probé.*
El PN muestra un transcurso temporal progresivo en el que se va disipando progresivamente.
La magnitud del PN se incrementa conforme lo hace la dificultad para seleccionar el *target* en el ensayo *prime* o en el *probé.*

6.2. Dificultad de la selección y magnitud del *priming* negativo

La magnitud del *priming* negativo se incrementa progresivamente conforme lo hace la dificultad para seleccionar el *target* (MacDonald, Joordens y Seergobin, 1999). Suponga que se presentan en un monitor dos nombres de animales superpuestos (ASNO, CAMELLO), uno impreso en rojo y otro en blanco. En la condición "fácil" los sujetos deben leer el que aparece en rojo, mientras que en la condición "difícil" deben nombrar el animal de mayor tamaño. Pues bien, en esta última condición los efectos de PN serán de mayor magnitud que los obtenidos en la tarea más sencilla.

Lavie -investigadora a la que ya conocemos por su hipótesis de la carga perceptiva- ha defendido también que la dificultad de la selección afecta a la magnitud del *priming.* Pero ahora, al igual que al explicar el ECF, la relación es inversa a la que acabamos de describir: a mayor dificultad en la selección menor *priming.* Para comprobarlo, manipuló el nivel de carga perceptiva, incrementando progresivamente el número de distractores que había que ignorar en los ensayos *prime* y, con ello, la dificultad de la tarea (Lavie y Fox, 2000). Descubrió que, conforme aumentaba la carga perceptiva, el efecto de PN disminuía progresivamente hasta desaparecer. Razonó que, en los ensayos *prime, la* selección del *target* en la condición de alta carga consumió los recursos destinados a inhibir a los distractores. Al no poder ser inhibidos, el PN fue inexistente en el ensayo *probé.* Cabe, no obstante, una explicación alternativa a estos resultados de Lavie. Podría ser, también, que en condiciones de alta carga la capacidad inhibitoria no disminuyera, sino que se tuviera que distribuir entre todos los distractores. Al tener que distribuirse entre mayor número de distractores, los efectos de PN serían de menor magnitud. En definitiva, se necesita más investigación para determinar si la carga perceptiva, por sí misma, afecta al *priming* negativo.

6.3. La hipótesis de la inhibición

Una primera explicación del *priming* negativo defiende que el fenómeno es el resultado de *inhibir o suprimir la información del distractor en el ensayo prime,* con objeto de facilitar la selección del *target.* La explicación

del *priming* negativo por inhibición considera que los distractores son de hecho atendidos y, como tal exhiben, cierto nivel de activación. Este nivel de activación es, precisamente, el que debe ser suprimido o inhibido en el ensayo *prime.* Sin embargo, ¿es esto realmente cierto?

Un hallazgo que debe ser considerado para responder a esta cuestión es el siguiente: un distractor ignorado en un ensayo *prime* puede llegar, a veces, a producir efectos de *priming* positivo (identificaciones más rápidas y precisas) si en el ensayo *probé* se presenta como *target* en solitario, sin ningún distractor que le acompañe (Moore, 1994). Es decir, cuando no hay necesidad de suprimir distractores en el ensayo *probé,* el *target* que supuestamente ha sido inhibido en el ensayo *prime* anterior exhibe un nivel de activación evidente. Este resultado, por lo tanto, pone en dificultades a la hipótesis de la inhibición, pues el nivel de activación global de un distractor expuesto en el ensayo *prime* no parece disminuir, sino que perdura.

A pesar de esta disfuncionalidad experimental, sí que parece existir una importante relación entre la capacidad para inhibir la información irrelevante y el *priming* negativo: las personas que son relativamente buenas ignorando la información irrelevante exhiben mayores efectos de *priming* negativo. A la inversa, los efectos de *priming* negativo son menores en colectivos con dificultades para inhibir la información distractora. Se han observado efectos reducidos de *priming* negativo en niños, entre ellos niños con TDAH, ancianos, pacientes obsesivos, personas que comunican alta incidencia de fallos cognitivos, pacientes esquizofrénicos, depresivos o con enfermedad de Alzheimer (Houghton y Tipper, 1994). Esto sugiere que la inhibición de los distractores es un mecanismo que permite tanto la selección de la información como la aparición del *priming* negativo: los distractores son inhibidos en el ensayo *prime* y esta inhibición debe ser superada en el ensayo *probé.*

6.4. La hipótesis de la recuperación desde la memoria

Otros investigadores sostienen que no es apropiado entender el *priming* negativo como resultado de un proceso inhibitorio. En su lugar proponen una explicación del fenómeno basada en una recuperación de la información desde la memoria (Neill y Valdes, 1992). Conforme a esta hipótesis, el *priming* negativo es debido a la particular manera en que se codifica en

la memoria el distractor que, posteriormente, actúa como *target.* En un ensayo *prime,* el distractor se codifica junto con una etiqueta "distractor, no responder". Cuando este distractor se presenta como *target* en el ensayo *probé* posterior, esta etiqueta de no responder es recuperada. Por esta razón, en un ensayo *probé* de repetición ignorada, el *target* incluye tanto información de que debe ser ignorado (debido a la recuperación de la etiqueta desde la memoria) como de que debe ser atendido (debido a su presentación como *target).* Este desajuste o contradicción entre la información codificada en la memoria de "no responder" y el requisito de "responder" por ser *target* ocasiona un conflicto que ocupa un tiempo extra hasta que es resuelto. Este tiempo extra es el responsable del enlentecimiento característico del *priming* negativo.

A pesar de su plausibilidad, esta hipótesis no está exenta de dificultades, por lo que la mejor explicación del *priming* negativo es aquella que integrara la inhibición junto con la recuperación desde la memoria (Milliken, Tipper y Weaver, 1994).

7. Respondiendo ante una señal de *stop*

Si el lector intenta alcanzar con su mano un sabroso alimento recién salido del horno y alguien le advierte "¡cuidado, está caliente!", su reacción previsible será la de retirar la mano. Igualmente, un conductor pensando en cómo llegar puntual a su trabajo tendrá que modificar prioridades, y sustituirá la velocidad por la seguridad si se topa con una barrera que desciende en un paso a nivel. En definitiva, cuando el curso actual de nuestras acciones no es el apropiado no nos queda más remedio que modificarlo, siendo una de las primeras medidas adoptadas la de detener la conducta en vigor. Por este motivo, los procesos "*stop*" (detención o terminación) son especialmente interesantes, ya que son parte esencial del control cognitivo: *"un proceso stop es un caso evidente de intervención ejecutiva; nos proporciona una oportunidad para contemplar los procesos ejecutivos en acción y explorar su naturaleza""* (Logan, 1994, pg. 190).

Aunque no lo parezca, acciones como detener un automóvil son enormemente complejas. Para evitar estas dificultades, en las investigaciones de laboratorio se diseñan tareas más simples que permiten explorar el com-

ponente *stop* responsable de la detención o terminación de un plan de acción. El "*paradigma de la señal de stop*"[8] se desarrolló, precisamente, para aislar el componente *stop* de otros componentes implicados en el desempeño en una tarea (Logan, 1981, 1994). En este paradigma, los sujetos deben realizar una tarea primaria de TR de elección: por ejemplo, presionar un botón cuando aparezca una X y otro botón cuando aparezca una O. En determinados ensayos al azar se presenta una "señal *stop*" (p. ej.: un tono) que indica que la respuesta debe ser abortada (ensayos *stop).* La variable dependiente relevante es el número de veces en que se detiene con éxito la respuesta tras aparecer la señal *stop.*

Desde los modelos de competencia que ya conocemos, se defiende que la presentación de una señal de *stop* pone en marcha un proceso "*stop*" inhibitorio, que compite contra un proceso "go" excitatorio desencadenado por la tarea primaria. Ambos procesos *{stop* y *go)* operan independientemente. Si el proceso *stop* finaliza antes de que el procesamiento de la tarea primaria alcance un punto de no retorno -a partir del cual la respuesta ya no puede ser detenida- entonces "gana la carrera" y la respuesta es inhibida[9].

Manipulaciones que afectan al punto de no retorno. Se deduce, por lo tanto, que gran parte de la investigación se haya dedicado a localizar la ubicación del punto de no retorno durante el procesamiento de la tarea primaria. Con este propósito, se han manipulado diversos factores que afectan a la duración de los diversos estadios de procesamiento de la tarea primaria, con el propósito de analizar sus efectos sobre los tiempos de parada. La lógica es la siguiente: si conseguimos alargar la duración de un estadio de procesamiento situado antes del punto de no retorno, el proceso *stop* dispondrá de más tiempo para detener la respuesta y el porcentaje de éxitos será más elevado. Pero si el estadio afectado se ubica después del punto de no retorno entonces no tiene por qué modificarse el porcentaje de detenciones correctas de respuesta.

[8] Véase una descripción en el Anexo II.

[9] Suponga que el punto de no retorno se ubica en torno a los 200 ms desde la presentación del estímulo de la tarea primaria (la X o la O). Suponga, también, que el proceso stop requiere 150 ms. Caso A: aparece el estímulo y con 25 ms de demora el tono stop. En este caso el sujeto abortaría la respuesta y dispondría todavía de 25 ms de margen antes alcanzar el punto de no retorno. Caso B: el tono stop se demora 100 ms. En este caso el sujeto no sería capaz de abortar la respuesta pues excedería en 50 ms el punto de no retorno.

Observe la figura 5.12. Suponga que la tarea primaria consiste pulsar el botón derecho o el izquierdo para indicar el lado en el que aparecerá una X. Un breve tono servirá como señal *stop,* de tal manera que, si aparece, la respuesta en la tarea principal deberá ser abortada. El panel A representa una condición de control o línea base hipotética. El TR ante la señal *stop* (TR-sto/?) es el tiempo que ocupa el proceso *stop* desde que aparece el tono de parada. Observe también en la curva las diferentes probabilidades de

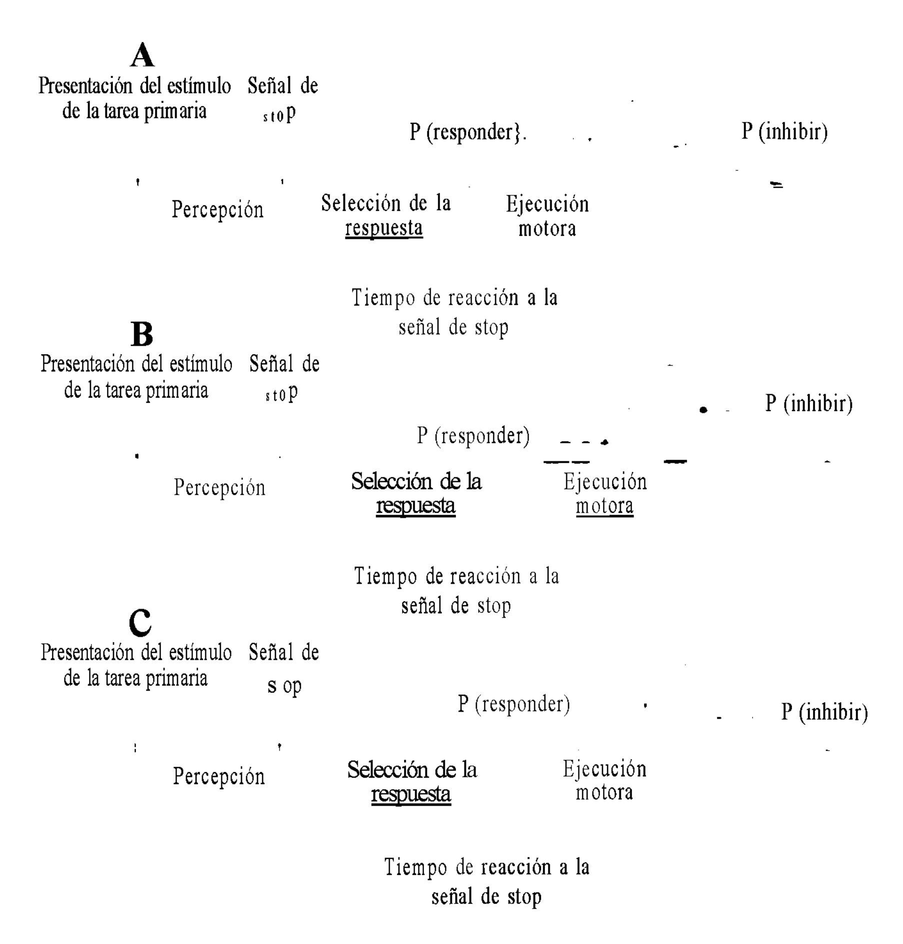


Figura 5.12. Efectos hipotéticos de alargar un estadio de selección de respuesta que puede ser abortado (Panel B) frente al mismo estadio cuando no puede ser abortado (Panel C), ambos comparados con una condición control (Panel A). Logan (1981) descubrió que la selección de la respuesta puede ser abortada si aparece una señal de stop, lo que demuestra que la probabilidad (P) de inihibir la respuesta es mayor cuando la selección de la misma se hace más difícil y, consecuentmente, se incrementa la duración del estadio (Panel B).

emitir la respuesta y de inhibirla. Supongamos, por ejemplo, que alteramos la compatibilidad estimulo-respuesta y la hacemos más difícil (se responde derecha si el estímulo aparece a la izquierda, y a la inversa). Con ello conseguimos enlentecer la selección de respuesta, es decir, que la duración de este estadio se incremente. Pues bien, si el estadio de selección de respuesta no se pudiera detener por la presencia de una señal *stop,* la probabilidad de inhibir la respuesta será semejante a la obtenida en la línea base (panel C). Pero si el estadio de selección de respuesta sí que puede detenerse ante la presencia de una señal *stop,* alargar su duración al hacer las respuestas menos compatibles incrementará la probabilidad de detenerlas correctamente (panel B). Llevando a la práctica estos supuestos, Logan (1981) demostró que la última alternativa era la adecuada, concluyendo que el estadio de selección de respuesta podía ser perfectamente interrumpido por una señal *stop.*

Pueden realizarse inferencias similares respecto al resto de estadios de procesamiento. Por ejemplo, disminuir las diferencias entre los estímulos (hacerlos más semejantes entre sí, dificultando la tarea) ampliará el estadio perceptivo y dejará, a su vez, más tiempo para la detención de la respuesta. Por su parte, y por sorprendente que pudiera parecer, el último estadio de ejecución de respuesta también pueda ubicarse antes del punto de no retorno. En efecto, se ha descubierto que la manipulación de la complejidad de la respuesta motora exigida al sujeto repercute sobre la duración del estadio, pues afecta al tiempo requerido para configurar el programa motor (Osman, Kornblum y Meyer, 1990).

7.1. Tiempos de parada: factores que le afectan

En el paradigma de la señal de *stop* se han explorado una amplia variedad de tareas primarias que deben ser abortadas, junto con diversas señales *stop.* Cuando la respuesta que debe ser detenida consiste en pulsar un botón, mover la mano, ejercer presión o dejar de hablar, un sujeto sano es capaz de abortar la respuesta en unos 200 ms desde que aparece la señal *stop* (Logan y Cowan, 1984). A este tiempo se le denomina TR ante la señal *stop* (TR-sto/?). Esta consistencia de tiempos ante diversas tareas y sistemas de respuesta indica que el mecanismo de *stop* depende de un único proceso central y amodal (común para cualquier modalidad sensorial) (Logan e Irwin, 2000).

Al igual que cualquier otro proceso inhibitorio, el TR ante una señal *stop* depende de la edad. Los niños y los ancianos son más lentos para reaccionar ante una señal *stop* que los adultos jóvenes (Kramer et al., 1994; Ridderinkhof, Band y Logan, 1999). Resulta curioso que el tiempo empleado por los ancianos y los niños de seis a ocho años sea muy semejante entre sí, en torno a los 300 ms. Estudiando la evolución progresiva de los tiempos se ha encontrado un decremento progresivo hasta la madurez: 305 ms para niños de 6-8 años, 234 ms para 10-12 años y 188 ms para universitarios con edad media de 22 años (Ridderinkhof et al, 1999). El mayor tiempo empleado por niños y ancianos puede deberse a los cambios evolutivos que tienen lugar en el lóbulo frontal. Como hemos explicado en temas previos, el lóbulo frontal juega un importante papel en el control cognitivo, y es la última zona cerebral en alcanzar el pleno desarrollo y la primera que exhibe deterioros relacionados con el envejecimiento.

7.2. Naturaleza del proceso *stop*

Sabemos, por lo expuesto en el modelo de competencia descrito anteriormente, que la ejecución de la respuesta (go) y la detención de la misma *(stop)* constituyen dos procesos diferentes, cada uno de ellos responsable de seleccionar y ejecutar su propia acción. Las evidencias conductuales y electrofisiológicas respaldan esta independencia. En este sentido, se ha descubierto que determinados aspectos de la activación motora durante la preparación de una respuesta no se ven afectados por la señal *stop* o, también, que el proceso *stop* está asociado a un componente específico registrado en el EEG (Naito y Matsumura, 1996). A pesar de esta independencia, algunas manipulaciones pueden afectar al devenir de ambos procesos.

Por ejemplo, se ha descubierto que el tiempo de detención de la respuesta (TR-stop) depende de si la tarea primaria requiere inhibir información incongruente. Ciertos trabajos han utilizado una señal de *stop* durante la ejecución de una tarea de flancos (Kramer et al., 1994; Ridderinkhof, Band y Logan, 1999). La tarea primaria consistió en presionar el pulsador correspondiente para indicar la dirección en la que apuntaba una flecha presentada en el centro de la pantalla (pulsador derecho si apunta hacia la derecha e izquierdo si apunta hacia la izquierda) que aparecía flanqueada a izquierda y derecha por otras flechas distractoras. En los ensayos congruentes los flancos apuntaban hacia la misma dirección que el *target,*

mientras que en los incongruentes ocurría lo opuesto. En ciertos ensayos un tono *stop* indicaba que la respuesta debía ser abortada. Cuando se presentó una señal *stop* y la respuesta se detuvo exitosamente, se descubrió que el tiempo de parada (TR-stop) fue más elevado en los ensayos incongruentes (208 ms) que en los congruentes (182 ms), tal vez porque la inhibición de los flancos irrelevantes en los ensayos incongruentes ocupó parte de los recursos necesarios para detener la respuesta.

Por otra parte, conforme al modelo de la competencia, aunque el proceso *stop* parece operar de forma independiente al proceso *go* de la tarea primaria, se ha descubierto que en algunas ocasiones puede afectarle (Logan, 1994). Así, en el paradigma de la señal *stop* se sabe que el TR obtenido en un ensayo se incrementa si el ensayo previo ha sido *stop* que si no lo ha sido. Esto indica que el proceso *stop* exhibe una especie de post-efecto inhibitorio residual, que perdura en el tiempo, y puede modular el proceso *go* del siguiente ensayo, enlenteciendo la respuesta (Rieger y Gauggel, 1999).

Finalmente, muchas situaciones de nuestra vida diaria en las que cambiamos un plan de acción van acompañadas de una paralización de la conducta iniciada, o bien de una sustitución de la misma por otra alternativa. Surge aquí una cuestión interesante respecto a si es *necesario detener la conducta iniciada antes de que se sustituya por otra diferente*. La evidencia hasta aquí expuesta, aportada desde el paradigma de la señal *stop*, nos demuestra que detener una acción es algo cualitativamente diferente a sustituirla por otra. Cuando realizamos un movimiento de alcance hacia algún objeto, toma menos tiempo cambiar nuestra meta y dirigir la mano hacia otro objeto diferente que detener completamente el movimiento de la mano. Esto ratifica la idea ya explicada, de que los procesos *stop* controlan la conducta de manera distinta a como lo hacen los procesos *go*.

Resumen

En este capítulo se han descrito una serie de tareas que requieren la inhibición de la información o de acciones no pertinentes para nuestros propósitos. La naturaleza de cada una de estas tareas indica que la inhibición puede perseguir diferentes fines y adoptar diversas formas. Téngase

en cuenta que el término "inhibición" abarca fenómenos de diversa naturaleza, y alude a la supresión de la información o de la acción cuyo origen puede localizarse en diversos procesos.

La tarea Stroop o la tarea Simón examinan la habilidad de las personas para atender a la dimensión relevante a la vez que ignoran la irrelevante. La inhibición desempeña, también, un papel principal en tareas de búsqueda visual, pues el fenómeno de la inhibición de retorno permite realizar búsquedas más eficientes, evitando volver sobre localizaciones recientemente exploradas.

Los efectos de seleccionar un estímulo relevante, como hemos expuesto en el *priming* negativo, sugieren que la selección tiene como efecto colateral rechazar estímulos o localizaciones irrelevantes. La importancia de la inhibición es tal que, el hecho de que una persona tenga dificultades para inhibir la información irrelevante puede convertirla en olvidadiza y susceptible a las distracciones y, por lo tanto, poco capaz de alcanzar metas, aprender nueva información o nuevas destrezas, y comprender y recordar la aprendido.

Por último, la habilidad de detener una acción inapropiada una vez iniciada es esencial para adaptarnos al medio. Hasta que una respuesta motora no se ejecute, nuestras intenciones pueden ser alteradas y el curso de la acción modificado.

En conclusión, la comprensión de la inhibición es importante, habida cuenta de sus implicaciones para entender el funcionamiento del control cognitivo y, por ende, para la elección de un determinado curso de acción entre otros muchos, tema éste que será explorado en próximos capítulos.

Ejercicios

1. Compare entre sí los diversos tipos de inhibición y describa el fenómeno de enmascaramiento lateral.
2. ¿En qué consiste la asimetría Stroop? Descríbala para el Stroop de palabras y colores y para el Stroop espacial.
3. Describa las principales explicaciones del efecto Simón.

4. ¿Qué sostiene el modelo de competencia entre respuestas para explicar los efectos de interferencia Stroop y Simón?
5. ¿En qué consiste la inhibición de retorno? ¿Cuál es funcionalidad adaptativa? El marcado visual, ¿es lo mismo que la inhibición de retorno?
6. Describa una disposición experimental para estudiar el *priming* negativo de localización. Distinga entre ensayo *prime* y ensayo *probé.*
7. ¿Es posible el *priming* negativo vinculado con el objeto en movimiento? Describa el trabajo de Tipper et al. (1990).
8. En el paradigma de la señal de *stop,* ¿cómo afecta al proceso de parada manipular un estadio de procesamiento que se ubica antes del punto de no retorno?

CAPÍTULO 6

Realizando varias tareas a la vez

Esquema de contenidos

1. Introducción

Uno de los momentos en el que nos percatamos del enorme esfuerzo al que se somete nuestra atención es cuando debemos realizar varias activi-

dades a la vez. Un ejemplo típico es tener una conversación mientras se conduce. Aunque a simple vista parece algo bastante sencillo, si las condiciones de tráfico se vuelven difíciles, la conversación se verá obligada a cesar en aras de la seguridad.

La práctica totalidad de nuestra actividad cotidiana exige que realicemos diversas tareas simultáneamente. El músico de una orquesta debe dividir su atención entre leer la partitura, tocar el instrumento y seguir las indicaciones del director. Un jugador de tenis debe moverse en la pista para interceptar la pelota con su raqueta, a la vez que planifica su próximo golpe. Aunque seamos capaces de atender a la información procedente de diversas fuentes, sólo aquellas más relevantes para la tarea en curso serán seleccionadas. Es decir, la atención selectiva permitirá filtrar las fuentes de información relevantes de las irrelevantes, mientras que la atención dividida permitirá atender a dos o más de ellas a la vez. La mayor parte de tareas cotidianas, desde leer un libro en una sala de espera abarrotada de gente a la vez que controlamos el panel electrónico en donde se indica nuestro turno, hasta tomar notas en clase mientras atendemos al profesor e ignoramos la conversación molesta de otros compañeros, disponen de un componente de atención selectiva y otro de atención dividida.

En este capítulo vamos a explorar determinadas cuestiones relacionadas con la habilidad que tenemos las personas para realizar tareas y actividades de forma simultánea. El lector observará que se retomarán algunos asuntos ya discutidos en otros capítulos, y que seguirán debatiéndose en los venideros. Entre ellos, por ejemplo, la manera de entender la atención y su naturaleza. Se expondrá el concepto de atención como capacidad para asignar recursos. Analizaremos, también, la relación entre procesamiento controlado y procesamiento automático durante el desempeño en condiciones de multitarea. Además, veremos cómo nuestras metas, propósitos e intenciones controlan la conducta que desplegamos. Explicaremos, asimismo, cómo la interacción entre memoria, atención e intención juega, cada vez más, un papel destacado en los modelos y teorías del desempeño humano. Finalmente, discutiremos en qué estadio de procesamiento se localizan las limitaciones para desempeñar dos actividades simultáneas, para lo que recurriremos al fenómeno del periodo refractario psicológico.

2. Gestionando las estrategias atencionales

Aunque un experimentador crea que ha contemplado todos los condicionantes que puedan afectar a la ejecución de una tarea, exigir su realización simultáneamente con otras puede implicar la participación de factores adicionales que pueden afectarla. Hacer varias cosas a la vez nos plantea el problema de coordinar adecuadamente las estrategias utilizadas en cada tarea y, a menudo, el de dividir la atención entre los distintos componentes de cada una de ellas. De ahí que, la ejecución concurrente de varias actividades requiera utilizar determinadas destrezas que nos faciliten el desempeño.

Una primera destreza es la capacidad para *compartir tiempos entre tareas (time-sharing).* Dado que nuestros recursos atencionales son limitados, esta destreza se refiere a la habilidad de distribuirlos adecuadamente entre cada tarea, en el momento oportuno (Salthouse y Miles, 2002). Es decir, un desempeño óptimo puede requerir, en un momento determinado, dedicar menos atención a una tarea para prestar más atención a la alternativa.

Otra destreza que mejorará nuestro desempeño durante la realización de tareas simultáneas consiste en *restructurarlas y tratarlas como si fueran una unidad,* una única tarea. Evidentemente, el éxito de esta habilidad dependerá de si los componentes de cada una de ellas permiten la unificación. Por ejemplo, si dos tareas llegan a interferirse entre sí porque exigen realizar respuestas manuales semejantes, la combinación armoniosa en una unidad coherente tal vez pueda resultarnos complicada.

Finalmente, una última destreza tiene que ver con la adecuada *selección y combinación de estrategias,* tal que unas serán más idóneas que otras para alcanzar los resultados previstos (en el capítulo 8 retomaremos este asunto). Por ejemplo, mover la cabeza o los ojos a nuestro alrededor para recopilar información periférica con la que planificar acciones futuras puede ser provechoso, pero debe saberse en qué momento se aplicará esta estrategia por las consecuencias perniciosas que podría tener, como tropezar con un bordillo cuando caminamos o impactar con la parte trasera del coche que nos precede cuando conducimos. En definitiva, optimizar el rendimiento requiere combinar adecuadamente estrategias atencionales (atender a diferentes fuentes) y estrategias perceptivas (actuar adecuadamente con una mínima cantidad de información). Practicando *jogging* en un par-

que es suficiente advertir que existe un árbol situado en nuestro recorrido, pero no es necesario concentrar nuestra atención continuadamente para saber si es un arce o un fresno.

Una propuesta teórica de optimización del desempeño por distribución de estrategias atencionales es la de Erev y Gopher (1999). Estos autores proponen que el control atencional depende de la eficacia de las estrategias disponibles, así como de los incentivos resultantes de utilizar cada una de ellas. En la figura 6.1 se observa que, en un momento determinado, la conducta está dirigida por una estrategia cognitiva, seleccionada a partir de dos componentes: un componente arriba-abajo de control ejecutivo, puesto en marcha por el sujeto, que decide qué información es atendida, y otro componente abajo-arriba de naturaleza perceptiva y motora, que controla cómo se debe ejecutar una acción en respuesta a la información atendida del componente anterior.

Regla de beneficios

Distribución de la atención entre las distintas estrategias

I I I

Posibles actividades

t t í

Acciones en respuesta a las condiciones del estímulo

Reglas de percepción y de acción

Figura 6.1. Representación del modelo de control atencional de Erev y Gopher (1999). La regla de beneficios (arriba-abajo) determina qué nivel de prioridad se otorgará a cada estrategia para atender a la información procedente de un estimulo determinado. Las reglas percepción-acción (abajo-arriba) determinarán actuar ante dicha información.

La manera en que operan ambos componentes puede ilustrarse mediante un estudio realizado con la finalidad de desarrollar programas de entrenamiento para pilotos de helicópteros (Seagull y Gopher, 1997). En este trabajo, los pilotos combinaron la tarea primaria de control de la aeronave,

con una tarea secundaria que consistía en aprender a mover sus cabezas de forma adecuada para explorar el ambiente y recopilar la información necesaria para un vuelo seguro (los pilotos portaban modernos cascos que incorporaban pantallas de proyección de información, *helmet mounted displays).* El objetivo del programa fue entrenar la estrategia de dividir la atención entre ambas tareas para obtener resultados óptimos. El componente de control ejecutivo (arriba-abajo) determinó la cantidad y el tipo de información recopilada por los pilotos. Estos podían elegir entre limitar el movimiento de sus cabezas abarcando una pequeña zona de campo visual (p. ej.: concentrarse en una zona para evitar una posible colisión) o mover sus cabezas abarcando una zona más amplia (p. ej.: para facilitar la planificación de acciones futuras). Por su parte, el componente perceptivo-motor (abajo-arriba) correspondería, por ejemplo, a la acción de desplazar la aeronave a la izquierda (acción motora) para evitar la colisión con una montaña percibida a la derecha. La aplicación de este programa de entrenamiento permitió que los pilotos aprendieran a utilizar las estrategias atencionales de forma eficaz cuando debían ejecutar simultáneamente la tarea secundaria de movimiento de cabeza, junto a la primaria de pilotar la aeronave.

3. Modificando los objetivos: la alternancia entre tareas

Todos los investigadores están convencidos de que los sujetos de sus experimentos están dispuestos a alcanzar los objetivos que ellos mismos (los experimentadores) persiguen. Creen que los participantes son capaces de entender perfectamente las instrucciones de la tarea y poner lo mejor de sí para llevarla a cabo con éxito. Sin embargo, la realidad es que, incluso ante tareas muy sencillas, los sujetos no siempre consiguen mantener un rendimiento estable. Por ejemplo, en una tarea antisacádica, en la que una persona debe mover sus ojos hacia la dirección opuesta a la indicada por una flecha, frecuentemente se pierde la concentración o la habilidad para responder en el sentido contrario, dirigiendo en ocasiones los ojos al lado señalado.

La habilidad que nos permite modificar los objetivos durante la realización de una tarea ha sido objeto de estudio en los últimos años. Esta es

una habilidad relacionada con el control ejecutivo, y se ha explorado bajo dos situaciones: en condiciones de cambio o alternancia desde una tarea a otra diferente y, también, con tareas multietapa. En esta sección expondremos la primera de las situaciones y analizaremos con detalle el fenómeno del coste por cambio de tarea, dejando el análisis de las tareas multietapa para un apartado posterior.

3.1. El coste por cambio de tarea

A menudo, realizar una actividad compleja de forma eficiente y coordinada exige alternar entre una tarea y otra diferente, o desde un componente de una, a otro componente de la otra. Un jugador de béisbol que espera un lanzamiento debe estar preparado para pasar, rápidamente, desde la tarea de golpear la pelota a la tarea de correr velozmente hacia la primera base. En este caso, los años de práctica han ejercido una influencia decisiva sobre la habilidad que permite transitar desde golpear a correr. Al parecer, nuestro bateador ha desarrollado unos procesos de "reconfiguración" cognitiva que facilitan la transición aludida (Rogers y Monsell, 1995). Estos procesos son los responsables de que la persona se prepare mentalmente, de forma voluntaria, para alternar entre ellas, intentando reducir así el coste que conlleva dicho cambio. Este "coste por cambio" alude al *incremento en TR y/o errores que se ocasionan inmediatamente después de haberse producido una transición desde una tarea a otra diferente.* El coste es producto de la actividad subyacente de reconfiguración o reconexión, que se produce en diversos módulos o vías cerebrales, con objeto de asegurar una nueva acción como respuesta a un nuevo estímulo (Monsell y Driver, 2000). En otras palabras, el coste refleja el tiempo necesario que ocupa reconfigurar la nueva disposición mental que garantice el desempeño en la tarea alternativa.

Paradigma del cambio de tarea (*task-switching paradigm).* Para explorar el coste por cambio se han diseñado paradigmas experimentales en los que los sujetos deben alternar su ejecución entre dos tareas simples[1]. Por ejemplo, si presentamos pares de ítems constituidos por un número y una letra, en unos ensayos la tarea puede consistir en indicar si el número

Véase en el Anexo II la descripción del paradigma del cambio de tareas.

es par o impar, mientras que en otros la tarea será decir si la letra es vocal o consonante (Rogers y Monsell, 1995). En estos experimentos, los participantes suelen alternar entre ambas tareas de forma predecible, por ejemplo, cada cuatro ensayos o cada dos segundos. Pues bien, se dice que existe "coste por cambio" cuando *el desempeño es mucho más pobre en el ensayo de cambio -es decir, el primer ensayo con la nueva tarea- que el obtenido en los ensayos sucesivos con la misma tarea.*

Aplicando este paradigma, Rogers y Monsell descubrieron que cuando las personas anticipaban que se iba a producir un cambio de tarea, y tuvieron suficiente tiempo para prepararlo, los costes se redujeron sustancialmente (p. ej.: incrementando el intervalo de tiempo transcurrido entre el ensayo previo y el ensayo de cambio). Sin embargo, también descubrieron que la disposición mental hacia la nueva tarea fue solamente parcial, pues con un intervalo de más de un segundo entre ensayo previo y ensayo de cambio todavía perduraba un alto coste en TR. Este "coste residual" fue atribuido a que *la nueva configuración cognitiva precisaba ser activada externamente* por el estímulo apropiado. Es decir, la presencia del estímulo en el ensayo de cambio parecía ser condición necesaria para activar plenamente la disposición mental hacia la nueva tarea. En definitiva, Rogers y Monsell (1995) consideraron que cambiar la disposición mental dependía de dos componentes: un componente de control arriba-abajo, por el que se configuraba una nueva disposición, y un componente abajo-arriba en el que el estímulo de la nueva tarea debía activar definitivamente la disposición configurada.

Otros investigadores creen que la hipótesis de Rogers y Monsell no es del todo adecuada. Se propone, en su lugar, que el coste residual que permanece en el ensayo de cambio no es tanto debido a que la nueva configuración deba terminar de activarse por un estímulo externo, sino más bien a la presencia de *dificultades para inhibir en su totalidad la disposición mental de la tarea previa.*

Con independencia del modelo explicativo que adoptemos, ambas propuestas comparten una serie de supuestos respecto al proceso de reconfiguración mental. El primer supuesto es que la disposición hacia una tarea concreta consiste en establecer vías de procesamiento o módulos en el cerebro, a través de las cuales determinadas operaciones son facilitadas y otras inhibidas. El mejor o peor establecimiento de estas vías explicaría el grado de disposición mental del sujeto para realizar la tarea. El segundo

supuesto es que las vías establecidas en la tarea previa permanecen estables hasta que son sustituidos por otras vías que emergen con la nueva tarea.

Sin duda, la cuestión más problemática que enfrenta a ambas propuestas es la explicación del fenómeno del coste residual (Arbuthnott y Frank, 2000). La presencia de coste residual sugiere que cambiar la disposición desde una tarea previa hacia otra nueva no parece ser una acción de tipo todo o nada, pues precisa una importante operación de control, como es inhibir la vieja disposición mental antes de activar la nueva. Esta idea, por lo tanto, es favorable a quienes sostienen que *el coste por cambio refleja principalmente la activación residual de la tarea previa, difícil inhibir, que persiste en el ensayo de cambio; pero no tanto a una incompleta activación de la nueva disposición que debe esperar la presencia del estímulo pertinente,* en línea con lo defendido por Roger y Monsell (Allport, Styles y Hsieh, 1994; Sohn y Carlson, 2000). Veamos algunas explicaciones que ratifican la primera hipótesis.

3.2. El coste residual

La existencia de un coste residual indica que, el coste ocasionado por pasar de una a otra tarea, no puede eliminarse en su totalidad. Una propuesta explicativa lo atribuye a la presencia de una *transferencia de la correspondencia estímulo-respuesta de la tarea anterior a la nueva tarea,* que resulta difícil de inhibir en el ensayo de cambio. Esto se puede observar claramente cuando dos tareas utilizan los mismos estímulos, pero requieren emitir diferentes respuestas (Meiran, 2000). Por ejemplo, imagine una tarea Stroop con palabras coloreadas, en la que los sujetos deben alternar, cada cierto número de ensayos, entre la tarea de nombrar el color de la tinta y la tarea de leer la palabra (Allport y Wylie, 2000). En estos casos, en los ensayos de cambio entre ambas tareas, los tiempos de lectura de las palabras son mayores cuando son precedidos por la tarea de denominación de color. Este *transfer* negativo en el ensayo de cambio persiste incluso después de haber ejecutado numerosos bloques en el experimento, es decir, no parece mejorar con la práctica. En definitiva, el hallazgo permite concluir que el coste por cambio parece ser debido a una transferencia de la correspondencia estímulo-respuesta de la tarea previa. La magni-

tud del efecto es elevada dado que, en el ensayo de cambio, el sujeto debe "reiniciar" la nueva correspondencia que le permita realizar adecuadamente la nueva tarea.

Otro modelo explicativo del coste residual fue propuesto por De Jong (2000). Su principio básico sostiene que el sujeto exhibe, en ocasiones, una *dificultad que le impide prepararse adecuadamente para ejecutar una nueva tarea.* Por lo tanto, el coste residual sólo debe aparecer en aquellos ensayos en los que los sujetos fracasan en anticiparse y preparar la nueva tarea.

Dado que los resultados de cualquier experimento contendrán una mezcla de respuestas preparadas y no preparadas, la validez del modelo de De Jong se ha comprobado ajustando los datos de los ensayos de cambio en una doble distribución: una correspondiente a las respuestas preparadas y la otra a las respuestas no preparadas. Sintéticamente, la idea básica consiste en estimar, a partir de los TR, si los sujetos estaban o no preparados en los diversos tipos de ensayos. Se supone que en los ensayos en donde no se produce cambio de una a otra tarea (ensayos no-cambio) no requieren anticiparse, por lo que sus TR nos servirían para estimar las respuestas preparadas. Por otra parte, los ensayos de cambio permitirán estimar las respuestas no preparadas, especialmente aquellos con intervalos cortos entre estímulo y respuesta (IER-corto). Veamos si los datos se ajustan a las predicciones.

La figura 6.2 ilustra la distribución de probabilidad acumulada de los tiempos de respuesta, desde los más rápidos a los más lentos, promediados en cada decil. Observe cómo algunos ensayos de cambio con tiempos largos de preparación (IER-largo) son tan rápidos como los ensayos en los que no hay cambio de tarea (círculo gris junto al origen que rodea a ambos). Esto es así porque en uno y otro caso la respuesta está adecuadamente preparada. Sin embargo, otros ensayos de cambio con tiempos largos de preparación (IER-largo) son tan lentos como los ensayos de cambio con tiempos cortos de preparación (IER-corto), indicando que, en estos casos, la respuesta no ha sido adecuadamente preparada. Dicho de otra manera, los tiempos rápidos de la distribución para ensayos de cambio con IER-largo se solapan con aquella correspondiente a los ensayos de no-cambio preparados, mientras que la parte lenta para ensayos de cambio IER-largo se solapa con aquella correspondiente a ensayos IER-cortos en los que se supone que no hay preparación. En definitiva, las predicciones del

modelo se ajustan bien a los datos, y demuestra que el efecto del coste residual en un ensayo de cambio podría ser mínimo si el sujeto está preparado para afrontar el cambio y elevado si no lo está.

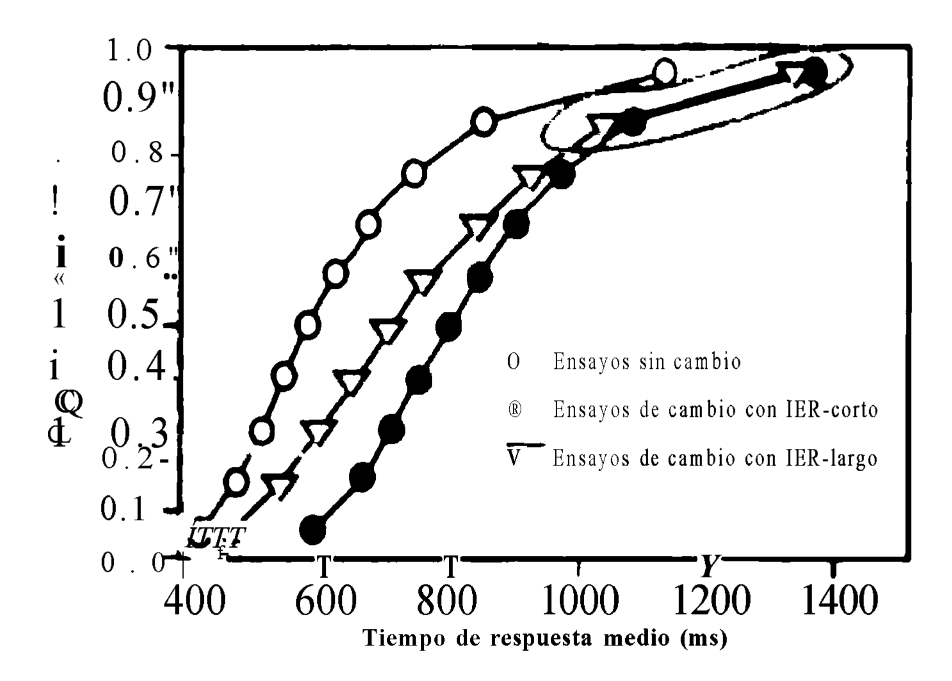


Figura 6.2. Predicciones del modelo de De Jong (2000). Distribución de probabilidades acumuladas de tiempos de respuesta correspondientes a los diversos tipos de ensayos: sin cambio, con cambio y tiempos largos de preparación (IER-largo), con cambio y tiempos cortos de preparación (IER-corto). Tal como predice el modelo, los tiempos de respuesta más rápidos correspondientes a los ensayos de cambio con IER-largos se asemejan a aquellos de los ensayos sin cambio (abajo a la izquierda), mientras que los tiempos de respuesta más largos se asemejan a aquellos de los ensayos con IER-cortos (arriba a la derecha).

4. Control en tareas multietapa

Hasta el más sencillo experimento de laboratorio (p. ej.: presionar un pulsador ante el encendido de una luz) requiere que la conducta se dirija hacia la consecución de un objetivo (en el ejemplo, responder rápidamente, a la vez que se evitan los errores). En la vida cotidiana, los objetivos o

las metas suelen ser mucho más complejos (p. ej.: completar una titulación académica), al igual que lo pueden ser cada una de las fases parciales en las que se divide la tarea que permite su consecución. Habitualmente, una tarea debe fragmentarse en un conjunto o serie de etapas que incluyen, a su vez, objetivos parciales que deben priorizarse. Por ejemplo, ir a trabajar todas las mañanas requiere cumplir un conjunto de objetivos parciales, algunos de los cuales son personales (asearse, vestirse...), mientras que otros tienen que ver con no olvidar determinados documentos, no olvidar las llaves del despacho, etc. Por lo tanto, para llevar a cabo con éxito cualquier tarea cotidiana compleja, debemos tener muy presentes los objetivos parciales que la constituyen, acordarnos de realizar ciertos actos en el momento apropiado y evitar realizar acciones inapropiadas.

Realizar una secuencia de acciones en tareas multietapa requiere aplicar un adecuado control atencional, pues un fallo en el mismo impedirá seleccionar la acción correcta. Las tareas multietapa requieren, también, de una importante participación de la memoria, muy especialmente de la *memoria prospectiva*, es decir, de acordarnos de realizar una acción en el futuro conforme a una planificación en el presente. Por ejemplo, mientras estamos en la ducha nos acordamos de que debemos dejarle la comida a nuestro gato antes de salir para el trabajo. Obviamente, de poco servirá haberlo planificado si nos olvidamos de ello cuando estemos delante de su comedero. En conclusión, establecer metas, atender y vigilar el progreso de las acciones adecuadas, y acordarnos de ejecutar determinados actos futuros constituyen ejemplos que tienen que ver con el control cognitivo en tareas complejas.

Una aproximación útil para estudiar el control cognitivo en este tipo de tareas consiste en incorporar los componentes que las constituyen en una especie de secuencia en cascada para, posteriormente, estudiar su influencia sobre el procesamiento de nuevas tareas. Un ejemplo de esta aproximación se encuentra en aquellos trabajos en los que se ha explorado la capacidad para resolver problemas complejos de aritmética mental a partir de (1) operaciones parciales de cálculo intermedias y (2) la integración de dichas operaciones intermedias en cálculos de más alto nivel (Elio, 1986). En estos estudios, en una fase previa de aprendizaje los sujetos practican resolviendo cálculos intermedios concretos (p. ej. $x=a*(c-d)$; $y=V_{max}[(b/2), (a/3)]$), y también estructuras integradas en las que se combinan los cálculos previos ($z=x+y$). En una fase de transferencia posterior se plantean nuevos problemas, que pueden recurrir a los cálculos intermedios previos, a

las estructuras integradas previas, o a ninguno de ellos. Bajo estas circunstancias, se observa que el rendimiento es mucho mejor cuando los nuevos problemas abarcan los cálculos parciales o las estructuras integradas previas que cuando no las incluyen, aunque el efecto beneficioso de las estructuras integradas perdura mucho más en el tiempo que el de los cálculos parciales. Además, una estructura integrada que resulte familiar a consecuencia de la práctica dispondrá de una mayor influencia sobre nuevos problemas que otra menos practicada. Por lo tanto, parece que la estructura integrada constituye un marco que facilita el aprendizaje de nuevos problemas, debido a que permite aplicar en ellos los elementos que la constituyen.

La hipótesis del marco procedimental. Recientemente, Carlson y Sohn (2000) han estudiado detalladamente las actividades de procesamiento durante la resolución de problemas aritméticos multietapa. Su hipótesis se denomina del "marco procedimental" y se basa en el principio de que saber, por adelantado, lo que uno tiene que hacer acelera el procesamiento de la información (Carlson, 1997; también Anderson y Lebiere, 1998). En este contexto, la intención de aplicar un operador matemático determinado (realizar una acción: sumar, restar...) puede considerarse un indicio del objetivo que el sujeto persigue en la tarea; de ahí que la ejecución del participante se pueda beneficiar si conoce por adelantado los operadores que serán requeridos. Veamos con más detalle esta propuesta.

En un conjunto de trabajos, Carlson y Sohn (2000) exploraron el posible beneficio de generar anticipadamente en el sujeto expectativas sobre las acciones que va a tener que realizar. Concretamente, compararon los efectos de suministrar a los sujetos información avanzada, bien sobre los operadores (sumar, restar, etc.) o bien sobre los operandos (cifras sobre los que se aplican los operadores). Supusieron que el rendimiento sería mejor si los sujetos conocían previamente los operadores (la acción a realizar) en lugar de los operandos (el número sobre el que se actúa), pues les permitiría formarse una intención o propósito para actuar de una determinada manera y, en consecuencia, forjar una base para interpretar el operando.

En sus experimentos utilizaron tareas matemáticas en cascada. En ellas el resultado obtenido en una etapa previa constituía el *input* de la etapa posterior. Como se representa en la figura 6.3, cada tarea comenzaba con una

posición de partida. Esta posición tuvo que actualizarse progresivamente a través de cuatro etapas sucesivas en las que diferentes operadores debían aplicarse sobre los operandos. Los operadores fueron ADD (añadir el valor y mostrar el resultado), DIFF (obtener la diferencia absoluta entre el valor actual y el operando mostrado), MIN (determinar cuál es el guarismo menor entre el valor actual o el operando expuesto) MAX (determinar cuál es el guarismo mayor entre el valor actual o el operando expuesto). La figura ejemplifica una etapa en la que o bien el operador se muestra antes que el operando (panel A) o bien el operando antes que el operador (panel B). Los participantes observaban la posición de partida durante el tiempo que necesitaran. A partir de ahí pulsaban un botón para ver la siguiente presentación. Los siguientes dos pantallazos aparecían durante 500 ms. La respuesta al problema se suministraba tras haber completado progresivamente las cuatro etapas (en la figura 6.3 sólo se ejemplifica la primera de ellas, en la que se solicita que al valor inicial de 2 se le sume 3).

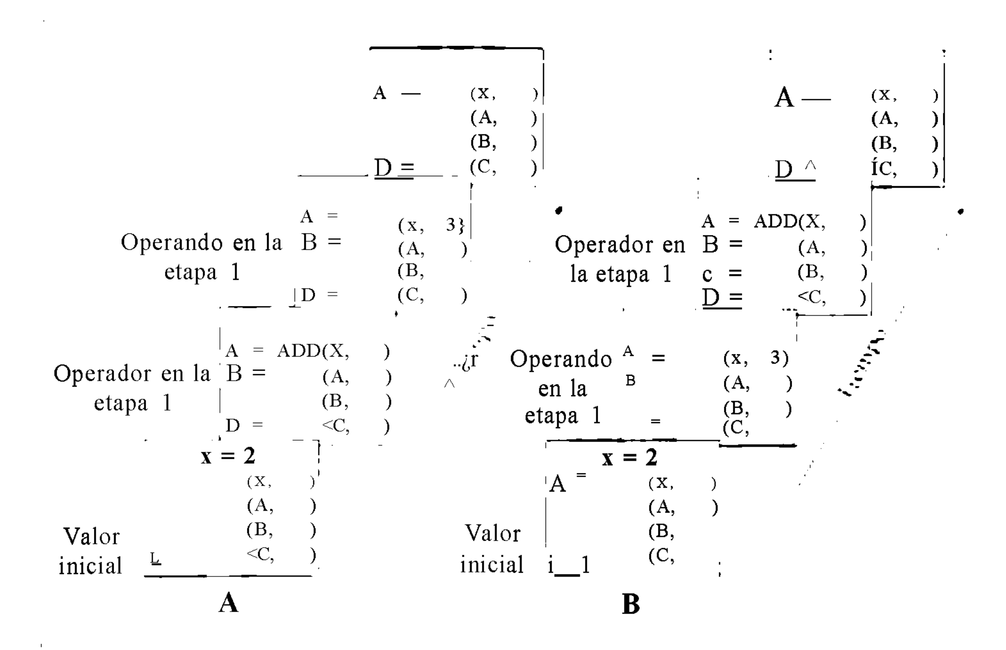


Figura 6.3. Etapa 1 de un problema multietapa en cascada, como los empleados por Carlson y Sohn (2000).

Como se observa en la figura 6.4, y tal como se predijo, la solución fue siempre más rápida cuando el operador apareció antes que el operan-

do. Este beneficio que supuso conocer por anticipado el operador, no se vio afectado por el hecho de que las etapas de la tarea siguieran un orden fijo o variado. Es decir, el sujeto parecía actuar bajo una estrategia flexible para resolver el problema, pero no preconcebida y rígida, ya que si hubiera ocurrido esto último emergerían diferencias entre el orden de etapas fijo y variado. El hecho de conocer previamente el operador generó una expectativa sobre las metas que se debían alcanzar en cada etapa. Experimentos posteriores apuntan en esta misma línea y han demostrado que el beneficio de saber por anticipado "qué hacer" en lugar de "con qué hacerlo" es un fenómeno generalizado que aparece no sólo en tareas numéricas, sino también en tareas espaciales (p. ej.: calcular la posición de un punto en una superficie). En otras palabras, tener la intención de comer un pedazo de pastel es más importante para dirigir nuestra conducta que tener disponible un tenedor o una cuchara y no saber qué uso se le va a dar.

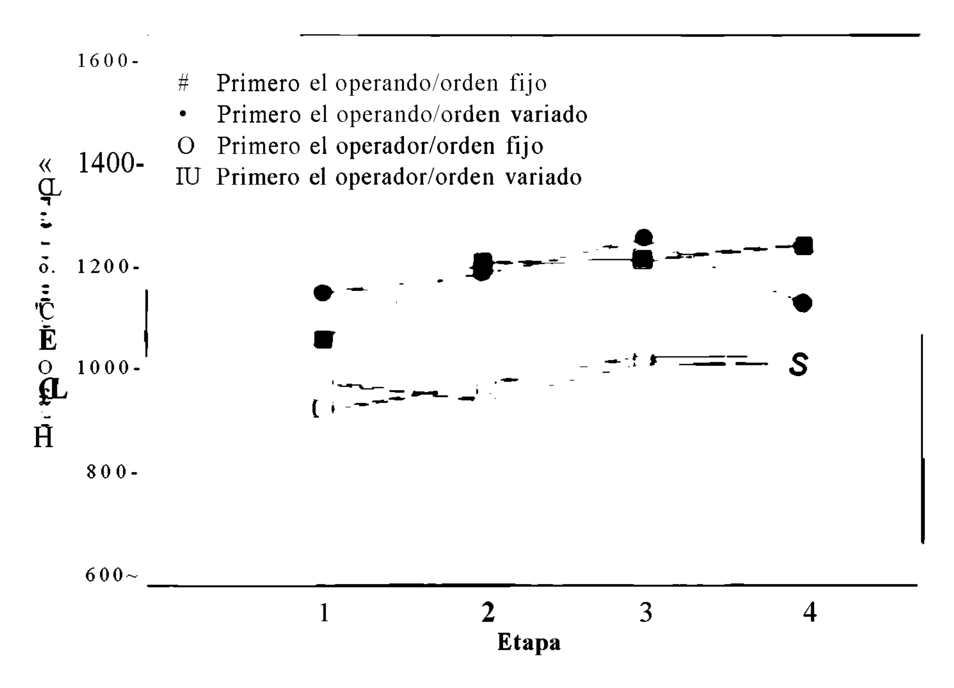


Figura 6.4. Tiempo medio para ejecutar una etapa (medido desde el punto en el cual toda la información estaba disponible en dicha etapa) en función de la condición (primero el operado o primero el operando) y del orden de etapas (fijo o variado).

Fuente: datos de Carlson y Sohn, 2000.

5. Control en multitarea

Al igual que acontece ante una tarea multietapa, coordinar exitosamente la ejecución de varias tareas requiere tener consciencia de las metas perseguidas y recordar qué se debe hacer, tanto en la situación presente como en las venideras. Una manera de explorar estas habilidades ha sido mediante el denominado "test de los seis elementos" (SET), que permite analizar cómo las personas controlan los objetivos durante la ejecución de las tareas que lo constituyen (Shallice y Burgess, 1991). Esta prueba incluye tres tareas diferentes: describir situaciones, resolver problemas de aritmética y escribir los nombres de dibujos de objetos. Cada una de estas tres tareas se divide en dos secciones (A y B) que deben completarse en 15 minutos. Los participantes deben realizar los problemas o actividades que constituyen cada una de las secciones y van acumulando puntos. La única restricción que existe es que, una vez completada la sección A de una tarea, el sujeto no puede seguir con la sección B de la misma tarea, pues está obligado a cambiar a otra tarea diferente (si no lo hace pierde puntos).

Uno de los primeros estudios con este test consistió en explorar a pacientes que habían sufrido daños en el lóbulo frontal y que, por los resultados obtenidos en diversos test de procesamiento, parecían haberse recuperado plenamente de su lesión. No obstante, a pesar de esta presunta recuperación, estas personas seguían teniendo problemas para llevar una vida normal. Eran capaces de resolver adecuadamente los problemas o actividades que componían cada una de las seis secciones, siendo su rendimiento equiparable al de un grupo de control, formado por participantes con edades similares equiparados en cociente intelectual. Sin embargo, exhibían dificultades de control para alternar entre las tareas, de tal modo que la norma de que la sección B de una tarea no podía seguir a la A era frecuentemente violada, con la consiguiente pérdida de puntos.

Investigaciones posteriores han demostrado que el desempeño en el test de los seis elementos está estrechamente relacionado con la tendencia a cometer errores asociados a la formación y materialización de objetivos: por ejemplo, déficits en la planificación, alta distracción o toma de decisiones mediocre (Burgess et al., 1998). Este tipo de trabajos son prometedores pues permiten perfilar los componentes implicados en procesos de control en condiciones de multitarea, además de contribuir a comprender los sistemas atencionales y de memoria involucrados en su correcta ejecución.

6. Atención, destreza y automaticidad

Hemos estado hablando acerca del papel del control atencional durante la ejecución de dos tareas. Veamos ahora qué sucede cuando una de ellas se automatiza y, como tal, puede ejecutarse de manera ajena al control consciente.

William James (1890/1950) afirmaba que el "*hábito disminuía la atención consciente necesaria para ejecutar nuestros actos*" (pg. 114). Dicho de otra forma: con la práctica reiterada el desempeño en una tarea puede llegar a automatizarse, de tal manera que no sea necesario aplicar un control atencional. Dos consecuencias se desprenden de que nuestras acciones se automaticen y no se supediten al control de la atención: (A) Cuando una conducta se automatiza la demanda de recursos atencionales disminuye; es decir, las conductas muy automatizadas pueden realizarse sin interferir o ser interferidas por otras conductas en curso que demanden los mismos recursos. (B) Además, una conducta automatizada es independiente del control atencional voluntario; es decir, una vez iniciada, la conducta transcurre hasta su finalización sin que la persona sea consciente de la ejecución de la misma.

Los sorprendentes efectos de la automatización. Tal como dijimos al inicio, y retomaremos en el capítulo 8, el enfoque de los recursos atencionales[2] admite que dos tareas pueden ser ejecutadas a la vez si existe el suficiente número de recursos disponibles que se distribuyen adecuadamente entre ambas (*time-sharing*). Pero si una de las dos tareas se automatiza ya no precisará utilizar recursos atencionales, lo que facilitará la ejecución simultánea de ambas. Una demostración sencilla de cómo la automaticidad permite superar las constricciones impuestas por el uso de un conjunto limitado de recursos atencionales se descubre en un estudio realizado con pianistas profesionales (Allport, Antonis y Reynolds, 1972). Estos músicos apenas vieron disminuida su capacidad para interpretar una partitura (actividad automatizada que no requería recursos) cuando fueron obligados, simultáneamente, a sombrear en voz alta unas palabras presentadas auditivamente (actividad que sí demandaba recursos).

[2] Sobre el enfoque de los recursos véase el capítulo 1 y la entrada del glosario "recursos atencionales". Los supuestos e investigación esencial del enfoque se expondrá exhaustivamente en el capítulo 8.

Veamos otro ejemplo de los efectos de la automaticidad sobre la ejecución de tareas duales. Consideremos ahora la tarea de leer un texto, de forma simultánea a la tarea de tomar notas de frases escuchadas auditivamente. Aunque la lectura es una tarea altamente automatizada, generalmente sufre un enlentecimiento significativo cuando se realiza en condiciones de doble tarea. No obstante, tras varias semanas de práctica intensiva, las personas son capaces de leer igual de rápido que si lo hicieran sin la tarea añadida. La habilidad de leer a la par que se toman apuntes es una destreza general automatizada, que se adquiere con la práctica y no depende del tipo de material leído (Hirst et al., 1980).

Para finalizar, otro ejemplo de cómo se pueden vencer los límites aparentes impuestos por el procesamiento es la demostración clásica de Underwood (1974) utilizando a un sujeto extraordinariamente habilidoso en tareas de sombreado: Neville Moray (a quien ya conocemos por sus investigaciones sobre atención auditiva). Debido a la destreza adquirida en tareas de sombreado, y en comparación con el rendimiento de un sujeto promedio, Moray fue capaz de detectar un 67% de estímulos irrelevantes (dígitos) presentados en el oído no sombreado, casi siete veces más que cualquier otro sujeto normal.

En definitiva, "*aunque las estrategias individuales puedan imponer ciertas limitaciones, la realidad es que no existen límites generales a nuestra capacidad atencional. Los estudios sobre atención en los que habitualmente se recluían sujetos carentes de práctica, a partir de cuyo desempeño se infieren mecanismos y limitaciones de desempeño, subestimarán inevitablemente las capacidades humanas. La habilidad de las personas para desarrollar destrezas especializadas es tan grande que tal vez nunca se puedan definir límites generales a la capacidad cognitiva*" (Spelke, Hirst y Neisser, 1976, pg. 229). No obstante, algunos investigadores creen que esta aseveración puede ser excesivamente general (Cowan, 1995). Otros entienden que las mejoras descritas en los ejemplos que hemos citado, aunque impresionantes, no deben ser sobredimensionadas (Broadbent, 1982). Por ejemplo, en el estudio de Hirst et al. (1980), la tarea de tomar notas a la vez que se leía, a pesar de ser posible, registró más errores que cuando la toma de notas se realizó de forma aislada.

Numerosos trabajos que han explorado la capacidad de dividir la atención entre dos tareas concluyen que resulta especialmente difícil decidir cuál de ellas se ha automatizado (Allport, Antonis y Reynolds, 1972; Spelke, Hirst y Neisser, 1976; Underwood, 1974). Tal vez, incluso en lugar de

adquirir una destreza en una tarea que permita su automatización, no se puede descartar que la principal destreza que desarrollen los sujetos sea la capacidad de alternar eficazmente la atención entre ambas (Broadbent, 1982; Welford, 1980). Aunque ya sabemos que el cambio de tarea conlleva un coste, cabría la posibilidad de enmascarar este coste, transmitiendo una apariencia de automaticidad. Por ejemplo, podría suceder que las respuestas requeridas por ambas tareas se almacenasen en una especie de *buffer*[3] o almacén transitorio, acompañadas de las instrucciones para emitirlas. De esta manera, el sujeto sabría cómo y cuándo responder ante cada tarea y, simplemente, se limitaría a intercambiar recursos de procesamiento entre una y otra, dando la impresión aparente de tener un desempeño simultáneo, natural y ágil, con apariencia de automaticidad (Pashler, 1998).

Automaticidad y desempeño dual. A tenor de lo explicado, ha existido curiosidad por conocer los efectos de la automatización durante el desempeño de dos tareas, una de las cuales se automatiza y libera recursos, facilitando así la realización de la tarea alternativa (Schneider y Fisk, 1982). En estos trabajos se utilizaron dos tareas de búsqueda visual. Se supuso que una de ellas tendería a automatizarse con la práctica y su ejecución sería sencilla, pues en todos los ensayos el *target* a localizar siempre era un número y los distractores letras (correspondencia consistente). La otra tarea se supuso sería difícil de automatizar, pues en unos ensayos un número actuaba como *target* y las letras como distractores, mientras que en otros ensayos ocurría lo contrario (correspondencia variada). Al inicio, se practicaron ambas tareas por separado. Posteriormente, siguiendo la lógica del paradigma del cambio de tarea que ya conocemos, se realizaron sesiones en las que podían aparecer series de ensayos de la tarea de correspondencia consistente junto con series de ensayos de la tarea de correspondencia variada. Las instrucciones enfatizaron la necesidad de atender a la tarea de correspondencia variada.

Los resultados mostraron que el desempeño en la tarea de correspondencia consistente (en la que supuestamente se había desarrollado la automaticidad en la fase de práctica) fue inicialmente peor en la condición multitarea que cuando se ejecutó aisladamente. Este descubrimiento es importante, pues demuestra que una tarea automatizada en un contexto puede no estarlo

[3] El término *buffer* alude genéricamente a una especie de almacén provisional de información. El término fue importado por la psicología cognitiva desde la inteligencia artificial.

en otro, por lo que en este último caso estaría sujeta a recibir interferencia desde la otra tarea (Neumann, 1987). Conforme transcurrían los ensayos en multitarea, se observó que la tarea de correspondencia consistente mejoró hasta igualar el nivel de rendimiento obtenido cuando se ejecutaba de forma aislada y, a su vez, también mejoró el desempeño de la tarea de correspondencia variada. Al parecer, la progresiva automatización de la tarea de correspondencia consistente en el contexto de tarea dual liberaba, progresivamente, recursos de procesamiento que eran utilizados por la de correspondencia variada, contribuyendo así a la mejora del desempeño de esta última.

7. Ejecutando dos tareas a la vez: el periodo refractario psicológico

Broadbent (1956) advirtió que la dificultad de realizar dos tareas de forma simultánea en el tiempo no es debida al hecho de presentar dos estímulos simultáneos ante los que hay que emitir las correspondientes respuestas. La interferencia entre ambas aparece, más bien, en el momento en que debe seleccionarse la respuesta apropiada, es decir, una vez que se han percibido los estímulos y se debe adoptar la decisión de emitir la respuesta correspondiente. En esta sección vamos a explorar esta cuestión en detalle, analizando a fondo el fenómeno denominado *periodo refractario psicológico* (PRP).

7.1. Definición y naturaleza del periodo refractario psicológico

En los apartados previos[4] hemos explicado cómo alternar o cambiar desde una tarea a otra conlleva un coste. Este coste debido al cambio indi-

[4] En secciones previas hemos expuesto cómo las personas afrontan la ejecución de dos o más tareas, cambiando desde una a la otra (paradigma del cambio de tarea (task-switching paradigm). Ahora se discute cómo se afrontan dos tareas que deben ser ejecutadas de forma más o menos simultánea (paradigma de doble tarea, dual-task paradigm). Es decir, en el primer caso la ejecución de las dos tareas es asincrona, mientras que en el segundo es síncrona.

ca que es difícil prepararse por completo para realizar con éxito dos tareas. De hecho, cuando a las personas se les requiere desempeñar dos tareas de forma simultánea, a la vez, las respuestas a una de ellas (o a ambas) son, generalmente, más lentas que cuando se ejecutan por separado y de forma aislada la una de la otra.

Para estudiar la ejecución de tareas realizadas simultáneamente se ha desarrollado el denominado *paradigma de la doble tarea o tarea dual (dual-taskparadigm).* Como su nombre indica, el sujeto debe realizar dos tareas a la vez, cada una de ellas con sus correspondientes estímulos y respuestas. Los estímulos suelen pertenecer a modalidades sensoriales distintas y, a su vez, las respuestas se emiten con distintos sistemas efectores. Por ejemplo, suponga una tarea auditiva (tarea 1) y otra visual (tarea 2) que deben realizarse a la vez. Presentamos un tono (E,) alto o bajo y, *antes de que se ejecute su respuesta* (este detalle es importante), le sigue un cuadrado (E_2) que se muestra a la izquierda o a la derecha de un punto de fijación. El sujeto debe decir lo más rápidamente "alto" o "bajo" en respuesta al primer estímulo para, después y también lo más rápido posible, presionar uno de los dos botones de respuesta y señalar si el cuadrado aparece a izquierda o derecha.

Un descubrimiento extraordinariamente consistente aplicando este procedimiento es que el TR ante el estímulo de la segunda tarea (el cuadrado) es mucho más elevado que el obtenido cuando esta tarea se realiza aisladamente, como tarea exclusiva o única. Pues bien, a este *enlentecimiento de la respuesta ante el segundo estímulo* bajo condiciones duales se le ha denominado "periodo refractario psicológico" o PRP (Smith, 1967; Telford, 1931). Como discutiremos en breve, un factor importante que afecta a la magnitud del PRP es la asincronía o intervalo de tiempo que transcurre entre la presentación de los dos estímulos (SOA): con una SOA corta el efecto PRP es de mayor magnitud que cuando la SOA es larga. En otras palabras, cuanto más próximos se disponen en el tiempo los dos estímulos, mayor es el efecto PRP.

En línea con lo que sugiere la denominación de periodo refractario[5], los primeros teóricos creyeron que el primer estímulo (E,) producía un efecto inhibitorio sobre el procesamiento del segundo (E.,), debido a las propiedades refractarias de las neuronas. A pesar de que esta explicación se des-

[5] De forma genérica, el adjetivo refractario alude al intervalo temporal necesario para que un sistema emita una respuesta una vez ejecutada otra previa. Sería equiparable a fase de recuperación.

cartó hace tiempo, el nombre del efecto ha perdurado hasta nuestros días. Actualmente, se considera que el PRP refleja una limitación para ejecutar dos tareas a la vez, sugiriendo que *algunos procesos involucrados en la primera tarea deben finalizar antes de que los mismos procesos de la segunda tarea se inicien.* Por lo tanto, la principal cuestión investigada desde el punto de vista del procesamiento de la información ha sido conocer cómo, dónde y por qué sucede esta limitación. La explicación más extendida sobre el efecto PRP lo atribuye a la presencia de un cuello de botella (*bottleneck*) durante el procesamiento, de tal modo que *sólo puede seleccionarse una única respuesta a la vez.* Esto es consistente con las observaciones de Broadbent con las que iniciábamos este apartado, relativas a que la interferencia entre tareas parece ocurrir cuando una respuesta debe seleccionarse.

7.2. El modelo de cuello de botella en la selección de respuesta

Como acabamos de indicar, la mayor parte de explicaciones del efecto PRP consideran que el enlentecimiento de la respuesta ante el segundo estímulo se debe a que, en algún momento del procesamiento, se produce un estrechamiento o cuello de botella que ocasiona que sólo una tarea pueda ser procesada a la vez. Hace más de medio siglo, Welford (1952) y Davis (1957) advirtieron de la existencia de este cuello de botella bajo condiciones de doble tarea y lo ubicaron en el estadio de *selección de respuesta* (recuérdese el flujograma del capítulo 2). En concreto, los estímulos de ambas tareas pueden ser procesados en paralelo, pero la selección de la respuesta de la tarea 2 no puede ocurrir hasta que la respuesta de la tarea 1 haya sido seleccionada. En el ejemplo que manejamos: hasta que no hayamos decidido si vamos a responder "alto" o "bajo" no podremos decidir si pulsaremos "derecha" o "izquierda"

La propuesta del modelo de cuello de botella se fundamenta en un descubrimiento al que ya hemos aludido: que *el efecto PRP disminuye progresivamente conforme se incrementa el intervalo entre la presentación de los estímulos* (aumenta la SOA). El modelo predice el TR de la tarea 2 a partir de una simple fórmula:

$$TR_2=TR_{2i}+TR,-SOA$$

siendo TR_2 el tiempo de reacción en la tarea 2, TR_{2i} el tiempo de reacción de la tarea 2 cuando se ejecuta aisladamente y TR_1 el tiempo de reacción en la tarea 1. Por ejemplo, si la tarea 2 ejecutada de forma aislada obtiene un TR medio de 400 ms, y en condiciones de doble tarea el TR_1 es de 500 ms con una SOA entre E_1 y E_2 de 100 ms, podemos predecir que el TR para la tarea 2 en condiciones duales será de unos 800 ms. Si ampliamos la SOA a 200 ms el TR_2 será ahora de 700 ms (disminuye la magnitud del PRP conforme se amplía la SOA).

Representación del modelo. Conforme al modelo de cuello de botella, la disposición de los estadios de procesamiento para cada una de las dos tareas se puede representar solapadamente, tal como se hace en la figura 6.5. El flujograma de la parte superior muestra los tres estadios de procesamiento para la tarea 1 y el flujograma inferior los correspondientes para la tarea 2. Como se observa, el modelo admite que el procesamiento de los estímulos, y de sus correspondientes respuestas, se puede ejecutar en paralelo; aunque, como ya sabemos, *la selección de la respuesta en la tarea 2 no puede comenzar hasta que la selección de respuesta en la tarea 1 haya finalizado* (la flecha vertical discontinua que une las dos tareas marca el momento exacto en el que puede comenzar la selección de respuesta en la tarea 2).

Un constructo importante del modelo es el de *inactividad (slack),* que puede definirse, *grosso modo,* como el tiempo durante el cual parece detenerse el procesamiento de la tarea 2 (Schweickert, 1983). Esta inactividad

Estímulo 1 → Procesamiento perceptivo → Selección de la respuesta → Ejecución de la respuesta → Respuesta 1

Estímulo 2 → Procesamiento perceptivo → Selección de la respuesta → Ejecución de la respuesta → Respuesta 2

Tiempo

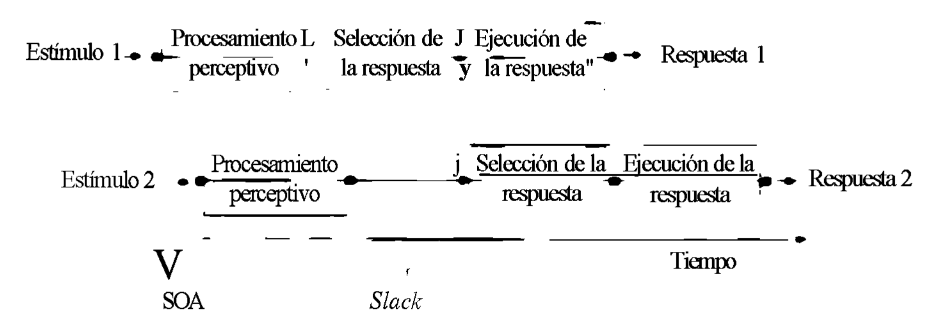
SOA

Figura 6.5. Modelo de cuello de botella en la selección de la respuesta. La Tarea 1 se muestra en la parte superior de la figura, mientras que la Tarea 2 se muestra en la parte inferior. La selección de la respuesta en la Tarea 2 no puede iniciarse hasta que la selección de la respuesta en la Tarea 1 concluya. El momento en que sucede es marcado por la flecha punteada desde la Tarea 1 a la Tarea 2.

refleja una especie de tiempo muerto o "respiro" durante el procesamiento de la tarea 2, que aparece por la necesidad de tener que esperar a que el cuello de botella (ocupado por la tarea 1) se libere y esté disponible. Observe en la figura 6.6 este periodo *slack.* Aparece siempre que el tiempo que ocupa la tarea 1 en identificar el estímulo y seleccionar la respuesta sea más amplio que la SOA más el tiempo que ocupa identificar el estímulo en la tarea 2.

Este periodo *slack* puede repercutir sobre el TR de la segunda tarea, dependiendo de qué fase de procesamiento se manipule. Preste atención a la figura 6.6. Si incrementamos la dificultad de la identificación del estímulo (presentándolo, por ejemplo, con un menor contraste con el fondo), la duración del estadio de procesamiento perceptivo se incrementará y, consecuentemente, el periodo *slack* se reducirá. Sin embargo, en la medi-

Discriminación perceptiva fácil



Discriminación perceptiva difícil

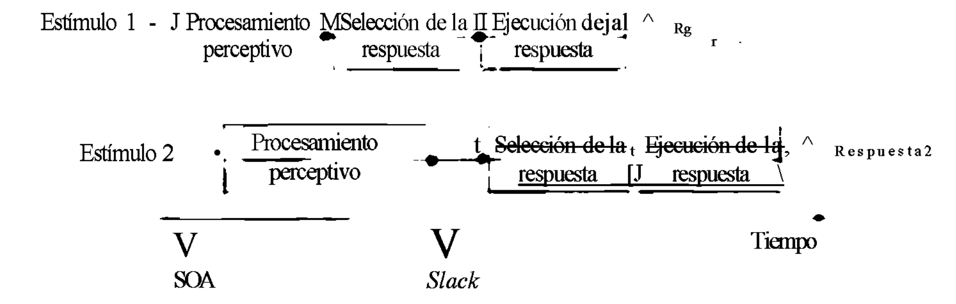
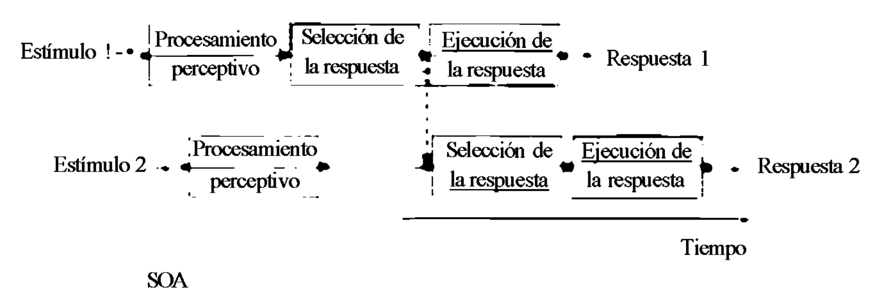


Figura 6.6. Predicciones del modelo de cuello de botella en la selección de la respuesta debidas al incremento de la dificultad perceptiva. Ante SOA-cortos, el *slack* entre los procesos puede amortiguar cualquier efecto debido al incremento de la dificultad perceptiva. Debido a ello, el TR de la Tarea 2 no se verá alterado.

da en que no se consuma por completo el periodo *slack*, el TR de la tarea 2 se mantendrá siempre constante. Por el contrario, aprecie ahora en la figura 6.7, en la que se representa una manipulación de la fase de selección de respuesta. En este caso, al no existir en la tarea 2 una fase *slack* posterior al estadio de selección de respuesta, una vez que este estadio se inicie, cualquier manipulación que incremente su duración incrementará el TR de la tarea 2.

Discriminación perceptiva fácil



Discriminación perceptiva difícil

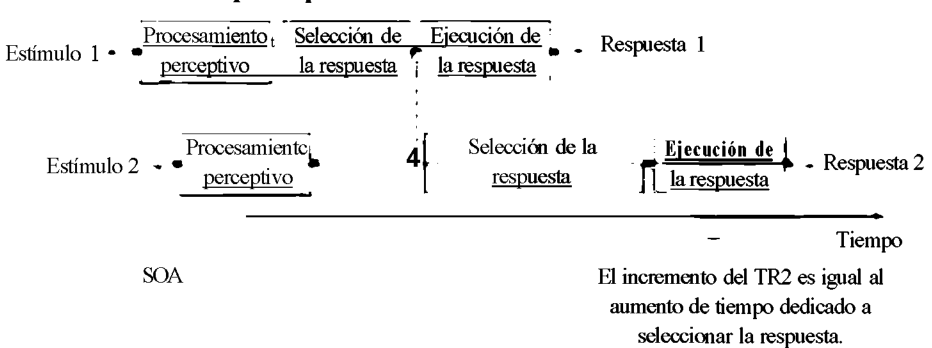


Figura 6.7. De acuerdo con el del modelo de cuello de botella, incrementar la dificultad de la selección de la respuesta de la Tarea 2 aumentará el TR obtenido en dicha tarea.

7.3. Efectos de la práctica sobre el PRP

Si el PRP es un fenómeno ocasionado por una restricción o limitación de nuestra capacidad de procesamiento, se deduce que este fenómeno deberá aparecer siempre y no deberá eliminarse como resultado de una práctica prolongada. Veamos qué hay de cierto en ello.

Algunos estudios pioneros, en los que se analizaron los efectos de la práctica sobre el PRP, demostraron que este efecto se redujo considerablemente cuando ambas tareas se practicaron reiteradamente (en algunos casos durante 87 días) y siempre que se mantuviera constante la SOA entre estímulos, pues cuando se alteró el intervalo SOA -agrandándolo o acortándolo-el efecto reapareció (Gottsdanker y Stelmach, 1971). Por lo tanto, parece que la disminución del PRP por efecto de la práctica podría deberse a una estrategia específica puesta en marcha por el sujeto, dirigida a coordinar las respuestas de ambas tareas bajo intervalos temporales fijos, y no tanto al desarrollo de una habilidad general que permitiera ejecutarlas en rápida sucesión.

Hoy en día sabemos que el PRP persiste con independencia de la práctica prolongada y ante una variedad de estímulos, respuestas e intervalos SOA (Dutta y Walker, 1995; Van Selst, Ruthruff y Johnston, 1999). Aunque a veces se han descubierto reducciones llamativas del efecto PRP, especialmente cuando los estímulos y las respuestas no comparten recursos (p. ej.: estímulos auditivos y respuestas vocales en la tarea 1, junto con estímulos visuales y respuestas manuales en la tarea 2), la realidad es que el efecto no desaparece en su totalidad. Generalmente, las reducciones del PRP a consecuencia de la práctica, observadas en algunos trabajos, son debidas, principalmente, a una disminución de la duración del estadio de selección de respuesta en la tarea 1 (Ruthruff, Johnston y Van Selst, 2001; Ruthruff et al., 2003). La práctica reiterada con la tarea 1 hace que las operaciones de selección de respuesta se completen de forma cada vez más rápida, lo que libera antes el cuello de botella para que actúe la correspondiente selección de la tarea 2, consiguiendo una aparente reducción del efecto.

En conclusión, bajo condiciones de doble tarea, el cuello de botella generado en la fase de selección de respuesta no puede ser evitado, incluso cuando ambas tareas son practicadas de forma exhaustiva.

7.4. Alternativas al modelo de cuello de botella

Aunque la evidencia a favor de la existencia de un cuello de botella estructural es muy convincente, un grupo de investigadores sostiene que los aspectos más distintivos del desempeño en situaciones de doble tarea

son llevados a cabo de forma concurrente, en paralelo (Kieras, Meyer, Bailas y Lauber, 2000; Meyer y Kieras 1997a, 1997b). Lo que ocurre es que, bajo determinadas condiciones, *las operaciones de una tarea pueden ser prioritarias frente a las de la otra.*

Bajo esta orientación teórica, la explicación del PRP recurre a una arquitectura de procesamiento denominada *control interactivo del proceso ejecutivo* (EPIC, *executive-process interactive control).* En esta arquitectura, el énfasis se pone en las funciones de control ejecutivo puestas en marcha por el sujeto, es decir, en "*cómo las personas programan temporalmente las tareas, distribuyen los recursos perceptivo-motores y coordinan cada uno de los procesos*" (Kieras et al., 2000, p. 681). El enfoque EPIC considera que la presencia del PRP no es debida a la existencia de un cuello de botella estructural, sino a una estrategia particular de programación de ambas tareas: en concreto, se prioriza la respuesta de la tarea 1 y se demora la respuesta de la tarea 2. En condiciones de tarea dual, con anterioridad al inicio de un ensayo, el sujeto prioriza la tarea 1 (en terminología de EPIC, la pone en modo "inmediato"). Por su parte, la tarea 2 se pone en modo "diferido", lo que implica que la información relativa a la selección de la respuesta no se enviará al estadio de procesamiento motor. La ejecución de la tarea 1 actuará a modo de señal de desbloqueo, haciendo que la tarea 2 pase ahora a modo inmediato, complete su activación motora y ejecute la respuesta.

El marco teórico EPIC se ha utilizado para explicar una gran cantidad de resultados experimentales (Kieras et al., 2000). El problema es que, a partir de él, se pueden elaborar multitud de modelos alternativos muy particulares -como el que acabamos de exponer relativo a la respuesta en modo diferido en el PRP- que, debido a los numerosos parámetros que contemplan, dificultan la formulación y comprobación de predicciones concretas. Por ejemplo, en el caso que nos ocupa, pasar del modo "diferido" al modo "inmediato" es básicamente equivalente a otorgar un nuevo nombre al cuello de botella en la selección de la respuesta. Por lo tanto, se puede observar que la diferencia esencial entre los partidarios del modelo de cuello de botella y sus detractores, no es tanto defender o refutar la necesidad de un procesamiento serial de las dos tareas en un momento determinado (pues ambos lo admiten), sino explicar el origen de esta actividad serial: bien como una limitación inherente de nuestra propia arquitectura de procesamiento, para unos, o más bien como una estrategia que el sujeto adopta para cumplir con las instrucciones de la tarea, para otros.

Resumen

En este capítulo hemos discutido los límites del procesamiento de la información que afectan a nuestro desempeño y hemos explorado las destrezas relacionadas con la distribución de recursos atencionales entre tareas. La ejecución de varias tareas a la vez depende de su naturaleza, de la habilidad del sujeto con cada uno de los componentes y de los recursos atencionales que se asignan a cada una de ellas. Las personas pueden aprender a realizar de forma equilibrada dos tareas a la vez. La habilidad para compartir el tiempo entre ambas (*time-sharing*) se desarrolla con la práctica. Si una de las tareas está automatizada, probablemente su ejecución bajo condiciones duales, junto con otra tarea, pueda verse poco afectada.

Aunque las metas que se persiguen durante la realización simultánea de dos tareas puedan mantenerse activas y nuestra impresión sobre el desempeño pueda ser enormemente fluida, algunos experimentos ponen de manifiesto la presencia de límites en nuestra habilidad para llevar a cabo dos cosas a la vez. Incluso ante tareas sencillas (p. ej.: ante la presentación de un número, nombrarlo en voz alta si aparece a la izquierda y decir si es par o impar si aparece a la derecha) los sujetos muestran dificultades para seguir las instrucciones que se indican. Es decir, existen limitaciones para mantener en el tiempo las metas perseguidas. Además, cuando dos estímulos que requieren diferentes respuestas aparecen en una sucesión rápida, emerge un cuello de botella durante la selección de las mismas. En conclusión, parece que las limitaciones para hacer dos o más cosas a la vez son algo inherente al mismo desempeño humano. Veremos algunas otras limitaciones en el resto de capítulos.

Ejercicios

1. ¿En qué consiste el *time-sharing* y cuál es su importancia en tareas de atención dividida?
2. Explicaciones del coste residual por cambio entre tareas.
3. Describa la hipótesis del marco procedimental y la evidencia que la soporta ¿Qué idea transmite esta hipótesis respecto al control atencional en tareas multietapa?

4. Distinga entre procesamiento automático y controlado.
5. Utilizando el paradigma de intercambio entre tareas, ¿evita la automaticidad el coste debido al cambio entre ellas?
6. Distinga entre el paradigma del cambio de tarea (task-switching paradigm) y el paradigma de doble tarea o tarea dual (dual-task paradigm).
7. ¿En qué consiste el PRP? ¿Qué es el periodo *slack*? ¿Qué predicciones se formulan sobre el TR de la tarea 2 si se incrementa la duración del estadio de identificación perceptiva?
8. El modelo EPIC como alternativa al modelo de cuello de botella para explicar el PRP.

CAPÍTULO 7

Atención y memoria

Con la participación de
Mark Nieuwenstein

Esquema de contenidos

1. Introducción
2. Memoria sensorial
   2.1. Memoria icónica
   2.2. Memoria ecoica
3. Memoria operativa
   3.1. El bucle fonológico o memoria operativa verbal
   3.2. La agenda visoespacial o memoria operativa visoespacial
   3.3. El ejecutivo central
4. Atención y recuperación de la información
5. Atención y consolidación en la memoria
   5.1. Parpadeo atencional
   5.2. Ceguera para el cambio
6. Revisitando el modelo de cuello de botella
7. Aprendizaje implícito
8. Atención, destreza y memoria

Resumen
Ejercicios

1. Introducción

Son numerosos los descubrimientos en el ámbito de la atención relacionados, directa o indirectamente, con la memoria. Cuando una persona nos relata lo que ha visto, la información que nos transmite está siendo recuperada desde su memoria, en donde se ha ubicado porque fue previamente atendida. En este capítulo vamos a intentar vincular la investigación sobre memoria con la investigación sobre atención, examinando detalladamente aquellas situaciones en las que la atención es requerida por la memoria, y viceversa.

Si careciéramos de memoria no seríamos capaces de reconocer los objetos, los sonidos o los olores, y nuestra experiencia subjetiva de continuidad en un mundo cambiante se resentiría. Tampoco seríamos capaces de comprender frases complejas, ni de realizar conductas como atarnos los cordones de los zapatos o conducir un automóvil. A su vez, la atención desempeña también un papel prominente cuando hay que decidir qué se aprende y cómo se aprende. Si durante la lectura de este párrafo, la atención del lector se distrae por una conversación mantenida junto a la puerta cercana, tal vez pueda seguir leyendo, pero la probabilidad de recordar el significado de lo leído disminuirá, con el resultado de que deberá retomar el inicio del párrafo para redescubrir la temática. Seguramente, si el lector se enfrenta con el texto por segunda vez, reconocerá algunas partes del mismo como ya leídas. En definitiva, estas sensaciones de familiaridad son las que nos indican que la falta de atención a una información no siempre impide su adquisición, o que un fallo en el recuerdo no implica, necesariamente, que la información a recordar no haya sido atendida y almacenada en la memoria.

En este capítulo explicaremos cómo podemos sondear distintos aspectos de la memoria utilizando una variedad de tareas, y analizaremos el papel que desempeña la atención durante el almacenamiento y recuperación de la información. Se comenzará caracterizando brevemente la memoria sensorial y la memoria a corto plazo, entendida esta última como memoria operativa. Analizaremos hasta qué punto la selectividad atencional afecta a los contenidos de la memoria y si dicha selectividad es un prerrequisito para recordar la información en el tiempo. Expondremos, después, cómo se generan y almacenan nuestros recuerdos, de tal manera que nos sea posible recuperarlos e informarlos con posterioridad. Discutiremos

los requisitos atencionales impuestos por aquellos procesos involucrados en la consolidación y recuperación de la información previamente presentada. En este punto, retomaremos el modelo de cuello de botella, expuesto en el capítulo previo, para analizar si dichos procesos participan de este mismo estrangulamiento descubierto bajo condiciones de doble tarea. Finalmente, examinaremos las interacciones entre atención y memoria durante el control de la conducta, centrándonos en cómo ambos mecanismos cognitivos contribuyen a la adaptabilidad y flexibilidad del desempeño humano.

2. Memoria sensorial

Las relaciones entre percepción, memoria y atención se han investigado diseñando experimentos que permiten analizar cómo se recupera la información almacenada cuando ésta se presenta muy brevemente. Estos experimentos nos permiten conocer no sólo la cantidad de información que es percibida y retenida, sino también la rapidez con la que dicha información decae de la memoria. Los hallazgos revelan que la información percibida brevemente se almacena, inicialmente, en un sistema de memoria específico para cada modalidad (visual, auditivo). Sobre este almacén sensorial, la atención se responsabilizará de seleccionar aquella información relevante para nuestros intereses.

2.1. Memoria ¡cónica

Informe total e informe parcial. En 1960, Sperling demostró que, cuando se exponía muy brevemente (50 ms, a modo de flash de luz) un conjunto de entre 9-12 letras y se requería a los observadores decir el mayor número posible, el límite máximo que eran capaces de recordar oscilaba en torno a las 4 o 5 letras. A este *procedimiento en el que el sujeto debía recordar la mayor cantidad posible de ítems, de entre el total de los expuestos,* se le denominó "informe total".

Curiosamente, a pesar de ser incapaces de notificar más de 4 o 5 letras, los observadores de Sperling afirmaban tener la sensación de haber visto

la totalidad de las letras presentadas. Estas manifestaciones de los sujetos llevaron a Sperling a hipotetizar acerca de la existencia de una especie de memoria sensorial visual, que mantendría todas las letras presentadas durante un corto periodo de tiempo, pero que se desvanecería muy rápidamente, antes de que pudieran ser notificadas en su totalidad. Para vencer esta limitación del informe total, Sperling desarrolló un procedimiento experimental alternativo, denominado informe parcial, con el propósito de comprobar si sus observadores estaban en lo cierto y habían percibido más ítems de los que realmente eran capaces de recordar.

El procedimiento del "informe parcial" es muy simple. Se presenta durante un periodo muy breve de tiempo (50 ms) una matriz de letras (p. ej.: 12 letras dispuestas en 3 filas de 4 letras cada una). Tras su desaparición, un tono alto, medio o bajo, que actúa a modo de señal de recuperación, indica al sujeto qué fila de la matriz debe recordar (superior, media o inferior). Utilizando este procedimiento, se descubrió que cuando el tono se presentaba inmediatamente después de la desaparición de la matriz estimular, los sujetos eran capaces de comunicar casi todas las letras de la fila señalada. Dado que los sujetos no sabían por adelantado qué fila se señalizaría, se concluye que todas las letras presentadas fueron almacenadas en algún tipo de memoria visual[1]; memoria que permanecía activa en el momento de presentarse la señal, lo que facilitaba el recuerdo frente al obtenido en el informe total. Si lo comparamos con el informe total, a la proporción de recuerdo más elevada obtenida en el informe parcial se le denomina "efecto de superioridad o ventaja del informe parcial sobre el total".

Sperling observó, también, que cuando se demoraba la presentación de la señal en el informe parcial, el recuerdo del sujeto disminuía progresivamente. En la figura 7.1 se observa cómo una demora de la señal de entre 500-800 ms ocasionaba que la ventaja del informe parcial desapareciera progresivamente, haciendo que el recuerdo del sujeto se llegara a igualar con el obtenido en el informe total. Este hallazgo indica, por lo tanto, que

[1] El cálculo del porcentaje de recuerdo en el informe parcial tiene una lógica. Dado que el sujeto no conoce sobre qué fila se le va a pedir el recuerdo antes de oír la señal, si recuerda las 4 letras de la fila señalada se infiere que tiene disponible el 100% de la información, es decir, las 12 letras. Si recuerda 3 inferimos que tiene disponible un 75% del total, en este caso 9 letras. Se dice que existe ventaja del informe parcial sobre el total porque estas cantidades son superiores a las 4-5 letras de recuerdo promedio obtenidas en el informe total.

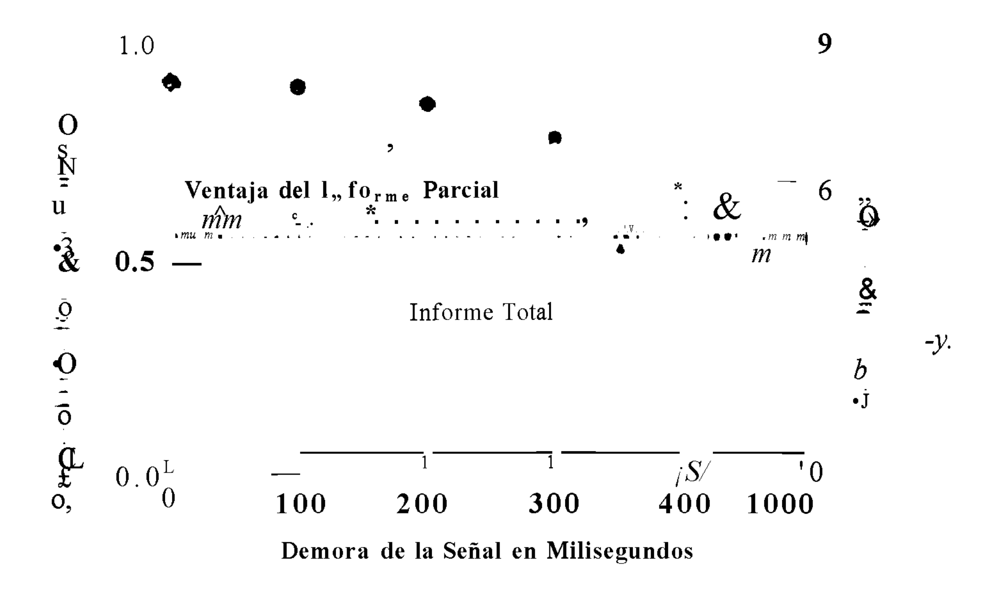


Figura 7.1. Disminución del efecto de superioridad o de ventaja del informe parcial.

la vida media del almacén de memoria visual que registraba las letras es inferior a 1 segundo.

En definitiva, el efecto de superioridad del informe parcial apunta a que todos los ítems expuestos en una presentación estimular breve son almacenados inicialmente en un tipo de almacén de memoria sensorial cuya duración puede alcanzar los 800 ins aproximadamente. A este almacén de memoria se le ha denominado "memoria icónica" (Neisser, 1967). Es decir, ante una presentación visual breve, todos los ítems son inicialmente mantenidos en la memoria icónica. Una vez que aparece la señal, la atención se dirige hacia la fila correspondiente y comienza una trasferencia selectiva de los ítems desde la fila señalada a un almacén de memoria posterior más duradero que posibilita informarlos.

La eficacia atencional de las diversas señales. Además de permitirnos conocer cuál es la capacidad de la memoria icónica y su tasa de decaimiento, el informe parcial sirve para comprobar el grado de eficacia de la señal para dirigir la atención hacia la fila a recordar. Si una señal es eficaz para dirigir la atención a una de las filas, y aparece ventaja del informe parcial, es porque la información trasmitida por dicha señal está representada en la memoria icónica. Por ejemplo, las señales que indican una *posición*

(el tono alto, medio o bajo) son eficaces para generar ventaja del informe parcial, porque la localización espacial es una propiedad que está representada en la memoria icónica (Sperling, 1960).

De idéntica manera, se ha explorado la utilidad de otras señales para producir un efecto de superioridad del informe parcial. Varios estudios han investigado si una diferencia en *color o brillo* entre los ítems que deben ser reportados y los distractores constituiría una señal selectiva válida que generase ventaja del informe parcial. En este caso, los ítems se presentan con diferentes colores, o con distintos brillos, y la señal indica al sujeto cuáles debe recordar (p. ej.: un tono alto indicaría que se deben reportar las letras rojas y un tono bajo las azules). Los hallazgos utilizando este tipo de características perceptivas han demostrado que tanto el color como el brillo son también señales selectivas adecuadas para generar un efecto de superioridad del informe parcial (Van der Heijden, 1992).

Sin embargo, estudios que han explorado el uso de la *categoría de los ítems* como señal son contradictorios. En este caso, se exponen matrices de letras y números entremezclados, y un tono indica al sujeto que debe verbalizar las letras y otro tono diferente hacer lo propio con los números. En estos casos, la selección por categoría sólo parece ser efectiva cuando los sujetos saben por adelantado qué categoría debe ser reportada (Bundesen, Pedersen y Larsen, 1984).

2.2. Memoria ecoica

El descubrimiento de una memoria sensorial de naturaleza visual hizo preguntarse a los investigadores acerca de si también existía un almacén análogo para la información auditiva. Efectivamente, numerosos estudios apuntan a que existen importantes semejanzas entre la memoria sensorial visual y la auditiva.

El procedimiento de informe parcial de Sperling (1960) se ha intentado replicar en la modalidad auditiva. Con este propósito se ha diseñado el llamado paradigma del "hombre de los cuatro oídos" (Moray, Bates y Barnett, 1965). En este paradigma se presenta a los participantes cuatro series de consonantes a una tasa de dos por segundo. Cada serie es emitida desde un altavoz ubicado en diferentes localizaciones: delante, detrás, derecha e izquierda. En la condición de informe total, después de presentar las con-

sonantes se requiere a los participantes que intenten recordar el mayor número posible de ellas. En la condición de informe parcial, después de presentar las consonantes, una señal (una luz) designa un altavoz concreto y el sujeto debe recordar sólo las de dicha posición.

Aplicando este paradigma se ha descubierto un *efecto de superioridad del informe parcial* sobre el total, aunque este efecto suele ser de mucha menor magnitud que el observado utilizando estímulos visuales. Uno de los motivos por los que se obtiene una menor ventaja del informe parcial reside, probablemente, en que la naturaleza de la señal empleada (la localización espacial) no sea tan eficaz para seleccionar la información auditiva, como sí lo era para seleccionar la información visual (Pashler, 1998). Debido a la baja resolución espacial que exhibe el sistema auditivo, es posible que otras propiedades acústicas, como la frecuencia, permitan dirigir más eficazmente la atención que las señales de posición espacial (recuerde lo discutido en el capítulo 4 al hablar de atención auditiva, véase Scharf y Buus, 1986).

Otros estudios se han interesado en analizar también los efectos de *demorar la presentación de la señal.* Manipulando el intervalo que transcurre entre la finalización del estímulo auditivo y la presentación de la señal, se ha descubierto que la ventaja del informe parcial puede abarcar hasta los 5 segundos, tiempo sensiblemente superior al encontrado en la modalidad visual (Darwin, Turvey y Crowder, 1972).

En conclusión, se encuentra numerosa evidencia favorable a la existencia de sistemas de memoria sensorial (tanto para la modalidad visual como para la modalidad auditiva) que representan y mantienen, muy brevemente, la información generada durante los momentos más tempranos del procesamiento. La memoria sensorial se caracteriza por su gran capacidad, a costa de una breve duración. Al prolongar la persistencia de la información percibida, la memoria sensorial puede jugar un importante papel, permitiendo que nuestra percepción del ambiente sea más estable.

3. Memoria operativa

Seguramente no exista un concepto que refleje tan excepcionalmente las relaciones entre atención y memoria como el de memoria operativa. El término "memoria operativa" se utiliza a menudo como sinónimo de

"memoria a corto plazo"[2]. La memoria operativa alude a un sistema de memoria que mantiene activa la información relevante para alcanzar nuestras metas inmediatas y planificar nuestras actividades. El adjetivo "operativa" significa, en contraste con los almacenes de memoria sensorial visual y auditiva, que esta clase de memoria va más allá del simple almacenamiento pasivo de la información. La memoria operativa se diferencia, también, de la "memoria a largo plazo". Esta última es un sistema de memoria relativamente permanente que alberga nuestro conocimiento del mundo, de hechos y experiencias[3].

La figura 7.2 describe el modelo de memoria operativa propuesto originalmente por Baddeley[4] (1998a; Baddeley y Hitch, 1974), que contempla tres componentes: el bucle fonológico, la agenda visoespacial y el ejecutivo central. Los dos primeros son frecuentemente descritos como

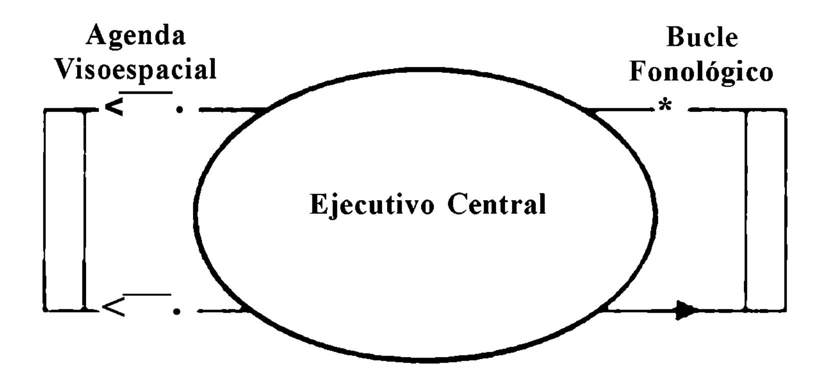


Figura 7.2. Modelo de memoria operativa de Baddeley **(1996).**
Fuente: Basado en Baddeley (1996).

[2] Vea en el Glosario la caracterización de la memoria a corto plazo y de la memoria operativa.

[3] La memoria a largo plazo es nuestro almacén permanente de información en el que depositamos nuestros conocimientos del mundo y del lenguaje. Para una distinción entre memoria a corto plazo (operativa) y memoria a largo plazo véase el Anexo I (Glosario).

[4] En el texto se describe el modelo de Baddeley tal y como se formuló inicialmente. El modelo ha evolucionado y el autor ha introducido un nuevo componente: el *buffer* episódico. Los lectores interesados pueden encontrar información adicional en Baddeley A. (2000) The episodic *buffer:* a new component of working memory? *Trends in Cognitive Science, 4,* 417-423.

sistemas esclavos del último. El bucle fonológico manipula y almacena información fonética, mientras que la agenda visoespacial hace lo propio con la información visual. El ejecutivo central es un controlador atencional multipropósito que se supone supervisa y coordina el trabajo de los dos sistemas esclavos.

3.1. El bucle fonológico o memoria operativa verbal

Tal como su nombre indica, el bucle fonológico (o memoria operativa verbal) maneja información fonética, es decir, representa la información conforme a cómo se escucha. La misión del bucle fonológico se ha explorado utilizando el paradigma de tarea dual (vea capítulo anterior). En la tarea primaria, el bucle se carga con palabras que tienen que ser recordadas, mientras que, de forma simultánea, se analiza la capacidad para desempeñar otra tarea secundaria[5]. Esta metodología de *carga simultánea* permite explorar si el hecho de tener ocupada la memoria operativa verbal, con los ítems a recordar, afecta al rendimiento de la tarea secundaria. Si así sucede es que ambas tareas comparten los mismos recursos atencionales.

Se sabe que, a pesar de que el bucle esté muy cargado, las personas todavía siguen siendo capaces de operar con la información en una tarea secundaria, aunque el rendimiento, obviamente, no sea perfecto (Baddeley, 1998). Esto sucede porque, aun siendo un sistema crítico para mantener y manipular la información verbal, el bucle constituye solamente una parte del sistema de la memoria operativa. Las conductas complejas, como resolver problemas aritméticos a la vez que se mantiene repasando en el bucle una lista de ítems para recordar con posterioridad, probablemente dependan, además del bucle, de la puesta en marcha de *estrategias atencionales.* Mantener la

[5] El procedimiento de carga simultánea o tarea secundaria consiste en tener recirculando información en el bucle a la vez que se pide ejecutar otra tarea. Suponga que solicitamos a los sujetos que mantengan en su memoria una lista de palabras sobre las que posteriormente se evaluará su recuerdo. Esta lista se supone que ocupará los recursos del bucle y los sujetos las mantendrá recirculando fonéticamente (repitiéndolas subvocalmente o mentalmente). Simultáneamente, les pedimos que resuelvan cálculos aritméticos (sumas) propuestas por el investigador. Bajo estas condiciones, se observa que si la carga de memoria del bucle es elevada (p. ej.: los sujetos deben mantener en su memoria operativa diez palabras para recordar) el número de errores en la tarea de aritmética es mayor que cuando la carga se reduce (p. ej.: se les pide que mantengan solo cinco palabras).

información en el bucle requiere repetición encubierta del material (mental o subvocal) y esta repetición demanda recursos atencionales. Con la práctica, sin embargo, uno puede saber cuánto tiempo es posible mantener este material activo en el bucle, sin necesidad de repetir, lo que daría lugar a una estrategia de "repasar la información de vez en cuando" -en lugar de repetirla constantemente-. Esta estrategia sería especialmente útil para liberar recursos atencionales que serían destinados al desempeño de la tarea aritmética secundaria (Naveh-Benjamin y Jonides, 1984).

3.2. La agenda visoespacial o memoria operativa visoespacial

No toda la información que recibimos del medio se puede representarse en un código fonológico. Suponga un molde compacto de la letra *F*. Sin mirar la letra, simplemente imaginando un recorrido por el exterior de este molde grueso, y partiendo de la parte inferior izquierda, intente contabilizar el número de esquinas con giros a la derecha y el de esquinas con giros hacia la izquierda. Si lo hace correctamente, calculará siete giros hacia la derecha y tres giros hacia la izquierda. Tareas visuales de este tipo sirven para demostrar la actuación de la memoria operativa visoespacial o, en terminología de Baddeley (1998a), la agenda visoespacial.

Varios investigadores se han interesado por explorar las estrechas relaciones existentes entre memoria operativa visoespacial y atención selectiva espacial (Awh y Jonides, 1998; Awh, Jonides y Reuter-Lorenz, 1998). Todos ellos admiten que los mecanismos utilizados para mantener una representación activa en la memoria visual son los mismos que se utilizan para atender selectivamente a regiones espaciales. Al hablar de atención visual en el capítulo 3, dijimos que existía una estrecha correspondencia entre la atención espacial y el procesamiento, de tal manera que dirigir la atención hacia una región del espacio facilita el procesamiento visual de esa región (Mangun, Hansen y Hillyard, 1987). Atender a una posición espacial también afecta a la memoria operativa visoespacial. Si se ha atendido a un estímulo en una posición, y dicha posición se mantiene registrada en la agenda visoespacial, cualquier respuesta posterior ante un nuevo estímulo que aparezca en dicha posición será más rápida que si apareciera en otra posición que no fue previamente atendida (Awh, Smith, & Jonides, 1995).

Esta estrecha correspondencia entre memoria espacial y atención selectiva espacial se ratifica, además, con trabajos que han registrado imágenes cerebrales y actividad eléctrica cerebral. Utilizando técnicas de neuroimagen se ha descubierto que existe un alto grado de solapamiento entre las áreas involucradas en la memoria operativa visoespacial y aquéllas correspondientes a la atención selectiva espacial (Awh y Jonides, 1998). De forma semejante, en estudios de ERP, tanto atender a localizaciones espaciales como recordarlas incrementa la magnitud de N1 y P1, siempre que aparezca un estímulo en una localización atendida o cuando aparezca en una posición que debe ser recordada (Awh, Annlo-Vento y Hillyard, 2000).

3.3. El ejecutivo central

Probablemente nada refleje tan adecuadamente la interrelación entre atención y memoria como cuando nos interrogamos sobre el control de la memoria. En temas precedentes hemos abordado diversas cuestiones relacionadas con el control atencional y cómo se consigue, por ejemplo, al analizar el papel de la inhibición para garantizar un control continuo del procesamiento (capítulo 5) o al discutir la importancia de la disposición mental durante la alternancia entre tareas (capítulo 6). Ahora vamos a explicar cómo el ejecutivo central de la memoria operativa es parte responsable de *seleccionar y mantener las estrategias de actuación ante una tarea.*

Ejecutivo central y **control cognitivo.** La mayor parte de la investigación sobre control cognitivo -las llamadas "funciones ejecutivas"- se ha llevado a cabo con pacientes con daños en el lóbulo frontal[6] que exhiben conductas desorganizadas, previsiblemente porque su ejecutivo central está deteriorado. Estas conductas no son exclusivas de este tipo de pacientes, pues las personas sanas, a veces, también exhiben síntomas que denotan un control cognitivo escaso, especialmente cuando el componente eje-

[6] Existe un cuadro de síntomas que definen el Síndrome del Lóbulo Frontal, entre ellos: conducta distraída, falta de control y conducta desorganizada, incapacidad de planificar acciones futuras o de cambiar disposiciones hacia una tarea (rigidez mental y escasa flexibilidad cognitiva). El primer caso notificado de daños en el lóbulo frontal con repercusión en la conducta fue el de Phineas Gage, en el siglo XIX, quien tras sufrir un accidente en las obras del ferrocarril exhibió una conducta desorganizada y desadaptada.

cutivo de nuestra memoria operativa es utilizado para desempeñar otra tarea secundaria concurrente. Vamos a ver, con un ejemplo, la importancia del componente ejecutivo de control.

En un trabajo de Humphreys, Ford y Francis (2000) los sujetos fueron obligados a realizar tareas familiares cotidianas que acarreaban varias etapas en su ejecución -como envolver un regalo o preparar un té- y analizaron cómo influía sobre ella la ejecución simultánea de otra tarea. Respecto a esta segunda tarea, se diseñaron dos condiciones. En la primera condición, y durante la realización de la tarea cotidiana, se cargó la memoria operativa de los sujetos con una versión modificada del *Trail Making* 7esí[7](TMT, Test del Trazo, Heaton, Grant y Mathews, 1991). En esta versión del test, y a partir de un par de elementos formados por una letra y un número presentado por el experimentador, los sujetos debían controlar el orden del alfabeto y contar. Por ejemplo, si se indicaba B8 los participantes debían continuar diciendo en voz alta C9, DIO, El 1... Observe que el TMT exige la participación tanto de la memoria operativa verbal -debido al requerimiento de nombrar letras y dígitos en voz alta- como la del ejecutivo central para seguir la secuencia correcta a partir de la última letra y dígito emitido. En la segunda condición (condición de supresión articulatoria), simultáneamente con la tarea cotidiana principal, se pidió a los sujetos que simplemente repitieran en voz alta el vocablo "*the* lo más rápidamente posible, con el propósito de tener ocupada solamente la memoria operativa verbal. Por lo tanto, dado que la única diferencia entre las dos condiciones fue que en la primera el ejecutivo central estaba ocupado por la tarea secundaria pero no así en la segunda, Humphreys y sus colegas dedujeron que las diferencias entre ambas condiciones servirían para explorar la influencia del control ejecutivo durante la realización de las tareas familiares (envolver o preparar el té).

Como era de esperar, los participantes en la condición del TMT cometieron muchos más errores durante la ejecución de las tareas familiares que aquellos de la condición de supresión articulatoria, pues los primeros tenían su ejecutivo central ocupado con el TMT, mientras los segundos lo

[7] El Trail Making Test (TMT) o Test del Trazo es una prueba utilizada para evaluar funciones ejecutivas. La versión más sencilla expone unos números rodeados de un círculo y el sujeto debe unir con una línea los círculos siguiendo la numeración en orden ascendente: 1,2, 3.... Una versión más avanzada expone letras y números, de manera que el sujeto debe unir secuencias alternantes: 1A 2 B...

tenían libre. La mayor parte de los errores estuvieron relacionados con la omisión de algunos pasos durante la realización de las tareas cotidianas. El número de errores cometidos por personas sanas, sin embargo, nunca fue tan elevado como el que cometieron los pacientes afectados de daños en el lóbulo frontal. Estos pacientes añadían frecuentemente pasos innecesarios, reiteraban acciones y exhibían errores espaciales (p. ej.: utilizar poco papel para envolver) o semánticos (p. ej.: envolver el lazo en lugar del regalo), algo muy excepcional en sujetos sanos. Respecto a los errores, y a diferencia de los pacientes, los sujetos sanos corregían las acciones erróneas de forma inmediata (p. ej.: detenían el movimiento del brazo cuando tendían a ejecutar una acción equivocada). Por lo general, la mayor parte de los fallos en las tareas familiares sucedieron después de haber incurrido en un error en el TMT; en definitiva, la correlación encontrada entre los errores cometidos en las dos tareas sugiere que el ejecutivo central está involucrado en la realización de tareas multietapa.

4. Atención y recuperación de la información

La atención es necesaria para recuperar la información desde la memoria y hacerla consciente. Cowan (1998, 1995) elaboró un elegante modelo de memoria operativa que incorpora la atención como mecanismo de selección y recuperación de la información. Observe la figura 7.3.

Los contenidos de la memoria a corto plazo corresponderían a todo aquello que permanece activado, de manera que el tiempo de pervivencia de una información dependerá del tiempo que dure dicha activación (Hebb, 1949). Sin embargo, la capacidad de la memoria operativa corresponderá con el número de ítems que puedan ser atendidos a la vez (el foco atencional). Advierta que esta dicotomía entre "activar los ítems" y "atender a los ítems" permite discernir entre los efectos de la simple exposición del estímulo de aquellos otros relacionados con atenderlo. Por ejemplo, en el paradigma de escucha dicótica la información transmitida en ambos mensajes corresponderá a la información activada en la memoria, aunque sólo una de estas informaciones captará el foco atencional (la del mensaje relevante atendido). Un cambio en las propiedades físicas del mensaje no atendido -escuchar nuestro nombre o un cambio en el tono de voz- puede capturar momentáneamente nuestra atención (Cherry, 1953). En el modelo de

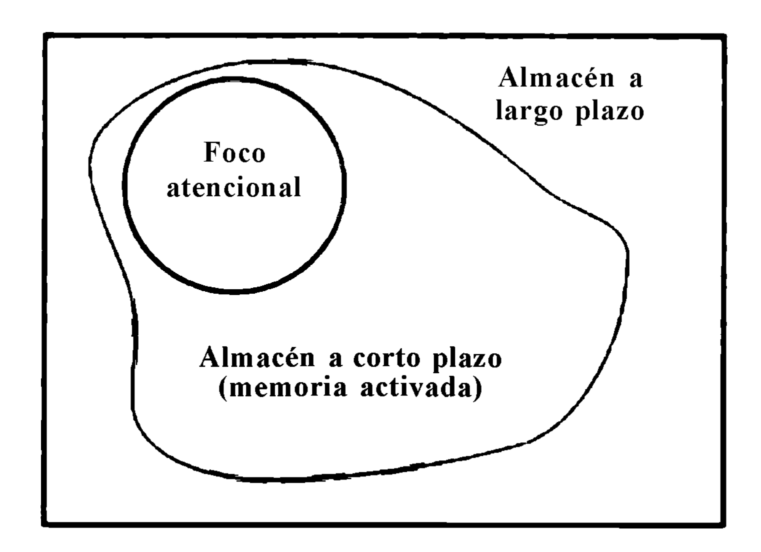


Figura 7.3. Modelo de la memoria a corto plazo de Cowan (1988, 1995). La capacidad de la memoria a corto plazo en función del número de ítems que pueden ser atendidos.

Cowan, esto último sería equivalente a decir que, una nueva característica física del estímulo, ha dirigido nuestro foco atencional hacia otra zona diferente del sistema de memoria activado.

5. Atención y consolidación en la memoria

Los procesos cognitivos responsables de consolidar en la memoria la información del ambiente operan muy rápidamente. Comienzan cuando se recibe la información perceptiva, coincidiendo con la presentación estimular, y se completan durante el primer segundo tras dicha presentación. Por ejemplo, se sabe que las personas somos capaces de leer, comprender y recordar frases cuando las palabras que las constituyen son presentadas una tras otra, muy rápidamente, mediante un procedimiento denominado "presentación rápida de series visuales" (PRSV)[8]. Mediante este procedimiento se presentan ítems (letras, palabras o dibujos), uno después de otro,

[8] Véase una descripción detallada de este procedimiento en el Anexo II (Técnicas y paradigmas experimentales).

y en la misma posición, a una tasa muy rápida, de unos 10 ítems por segundo (i.e., cada 100 ms). El hecho de que las personas sean capaces de leer frases completas mostrando, brevemente, palabra tras palabra en la misma posición sugiere que una presentación de unos 100 ms es suficiente para identificar cada una de ellas. Es más, con la técnica PRSV los observadores son incluso capaces de identificar dibujos (p. ej.: un barco) expuestos muy brevemente (Potter, 1976).

5.1. Parpadeo atencional

La PRSV es una técnica que permite investigar el papel de la atención durante el procesamiento de la información visual que se presenta brevemente. En esta técnica, se pide a los participantes que detecten o identifiquen un *target* específico en la presentación. Por ejemplo, en una tarea de detección los sujetos deben indicar si un determinado ítem ha sido presentado en la serie (p. ej.: una X negra), mientras que en una tarea de identificación deben reconocer ítems concretos (p. ej.: decir las palabras escritas en color blanco que han visto, o las letras intercaladas en una serie de dígitos). Las respuestas se emiten al final del ensayo y no se insiste en la velocidad, sino en la precisión. Aunque en ambas tareas la ejecución suele ser bastante correcta, el hallazgo más curioso utilizando la PRSV es que, utilizando dos *targets* que aparecen en la misma serie, los observadores fallan en detectar el segundo *target* si aparece, aproximadamente, dentro de un intervalo de medio segundo una vez expuesto el primero (Broadbent y Broadbent, 1987). Esta limitación para detectar el segundo estímulo ha sido objeto de una amplia investigación experimental.

Tal y como se muestra en la figura 7.4, en estos experimentos se presentan dos *targets* (denominados TI y T2) dispuestos entre una serie de distractores. El número de distractores que media entre ambos se puede manipular, con objeto de analizar el intervalo de tiempo que se necesita para procesar los *targets.* Este intervalo temporal, o demora entre el primer y el segundo *target,* se describe mediante posiciones. Si consideramos que TI corresponde a la posición 0, una posición +1 para T2 equivaldría al ítem posterior. Una posición +2 equivaldría a que T2 se ubica dos posiciones por detrás, es decir, mediaría un ítem distractor entre ambos (corresponde al ejemplo de la figura 7.4), y así sucesivamente.

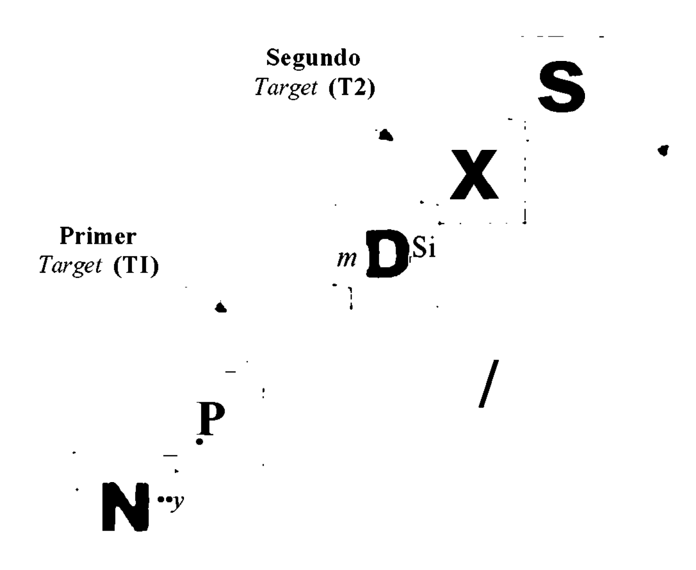


Figura 7.4. Estudio del parpadeo atencional aplicando la técnica de PRSV. Finalizada la presentación visual el sujeto debe decir cuál era la letra blanca e indicar si aparecía una X. La figura muestra un ensayo en el que T2 ocupa una posición +2.

El resultado típico obtenido aplicando el procedimiento PRSV es que los sujetos suelen tener un buen desempeño si deben detectar un único *target:* por ejemplo, indicar si había una X con independencia de su posición en la serie (vea figura 7.5, línea de puntos oscuros). Sin embargo, cuando se emplean dos *targets,* la detección de T2 puede verse seriamente afectada (Raymond, Shapiro y Arnell, 1992). Por ejemplo, cuando hay que detectar la X (T2) después de identificar la letra blanca (TI), el rendimiento depende de la posición que ocupe la X en la serie. Observe la línea con puntos claros: la detección de la X es muy buena cuando es, a su vez, la letra blanca que debe identificarse (es decir, TI y T2 son el mismo estímulo, por lo que la posición es 0). La detección de la X es relativamente buena cuando se presenta, ahora ya sí tras TI, en la posición +1. A partir de ahí, la detección de la X empeora progresivamente en las posiciones +2 y +3, punto este último a partir del cual el rendimiento comienza a mejorar progresivamente, hasta alcanzar en las posiciones +7 y +8 un nivel semejante a cuando la X era el único *target.* Como veremos de inmediato, este deterioro transitorio de la detección de T2 en las posiciones comentadas no parece deberse a limitaciones perceptivas, sino a que el procesamiento de TI genera una especie de *incapacidad transitoria, de entre*

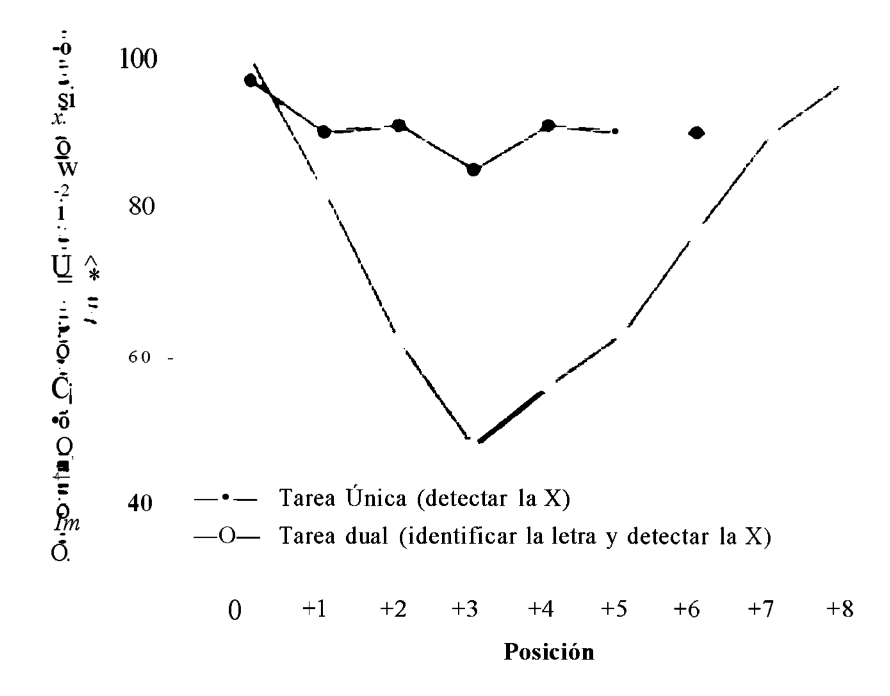


Figura 7.5. Porcentaje de detección correcta del segundo *target* en función de la posición que ocupa en la serie y del tipo de tarea: única o dual.

Fuente: Basado en los datos de Raymond et al. (1992).

200-500 ms, para atender a T2. A esta incapacidad para atender a T2 se le denomina "parpadeo atencional"[9].

El modelo de los dos estadios. El parpadeo atencional (PA) es un fenómeno muy robusto (Visser, Bischof y Di Lollo, 1999, para una revisión). Los modelos explicativos del PA, en su mayor parte, son consistentes con las propuestas atencionales de la selección tardía. Estos modelos de PA defienden que la selección de la información sucede en momentos tardíos del procesamiento, es decir, después de que los estímulos de la serie hayan sido identificados y categorizados. Con fines ilustrativos, vamos a exponer el modelo de PA de Chun y Potter (1995) que explica, de forma parsimoniosa, la mayor parte de los resultados descritos.

[9] Se le denomina parpadeo atencional por su analogía con la visión. El hecho de procesar TI inhabilita momentáneamente (entre 200-500 ms) nuestra capacidad para atender a T2, de forma semejante a cómo la visión de un estímulo se interrumpe cuando parpadeamos. En este caso "parpadea" la atención, no los ojos del observador.

Este modelo contempla la existencia de dos estadios o fases diferentes que son las responsables del fenómeno. En un primer estadio de procesamiento todos los ítems presentados en una secuencia PRSV son identificados y categorizados en una memoria temporal. Este proceso ocurre muy rápidamente y no está constreñido por limitaciones atencionales. Sin embargo, debido a que esta memoria temporal es muy frágil y decae rápidamente, se necesita un procesamiento adicional que posibilite la consolidación de los ítems relevantes en un almacén de memoria ulterior más estable. Este procesamiento adicional sucede en un segundo estadio, que actúa a modo de cuello de botella, pues ahora se recurre a nuestra limitada capacidad atencional. En este segundo estadio, sólo los ítems relevantes (TI y T2) son seleccionados para consolidarse en un trazo estable de memoria que permita su identificación o detección. No obstante, como se puede deducir, si un ítem previo (el primer *target*) se ha seleccionado y está siendo procesado en este segundo estadio de capacidad limitada, el acceso de un nuevo ítem (el segundo *target*) deberá esperar. Durante esta espera, la representación temporal de este segundo *target,* obtenida en el estadio anterior, es susceptible de decaer y puede ser sobrescrita por la nueva información que aparece (los distractores posteriores a T2), lo que explicaría la presencia de PA.

El beneficio de la posición +1. Observe la figura 7.5. Una circunstancia curiosa en la PRSV es que la detección del segundo *target* no se ve apenas afectada por el PA cuando ambos TI y T2 son presentados uno tras otro. Es a partir de la posición +2 cuando el rendimiento disminuye progresivamente para, posteriormente, comenzar a mejorar, lo que otorga a la curva de detección del segundo *target* su característica forma en U. Al buen rendimiento que se obtiene cuando el segundo *target* aparece en la posición +1 se le denomina "beneficio de la posición +1" y, también, ha sido explicado desde el modelo de los dos estadios.

Se supone que, el mecanismo de selección y acceso del primer *target* al segundo estadio es un tanto lento. Aunque el acceso comienza tan pronto como se detecta el primer *target,* el ítem que le sigue inmediatamente suele "colarse" y acceder también a este segundo estadio de procesamiento. Dicho de otra forma, el proceso de selección del segundo estadio puede contemplarse como una "puerta" atencional que se abre rápidamente cuando detecta TI, pero cuyo cierre precisa unos 150-200 ms. Dado que la puerta está abierta más tiempo que el tiempo de exposición del primer *target* (100 ms), el ítem que le sigue accede o se "cuela",

también, en el segundo estadio. Si este ítem resulta ser el segundo *target,* ambos deben procesarse a la vez y la capacidad limitada para consolidar la información en memoria debe compartirse entre los dos. Cuando esto sucede, la detección de T2 no suele verse afectada. Sin embargo, si un distractor sigue al primer *target,* el segundo *target* llega después de que la puerta se haya cerrado. Y, como ya sabemos que la puerta debe permanecer cerrada hasta que T1 haya completado su procesamiento en este segundo estadio, la consecuencia no es otra que el empeoramiento progresivo de la detección de T2. Finalmente, la mejora progresiva en la detección del segundo *target,* conforme se incrementan las posiciones, indica que las probabilidades de acceder al segundo estadio se hacen mayores conforme transcurre el tiempo.

Conclusiones. Informar sobre un ítem presentado brevemente en una serie PRSV requiere, además de su identificación y selección, una consolidación en la memoria. El fenómeno del PA refleja la limitación existente cuando la información debe consolidarse en una representación estable en la memoria operativa a partir de una representación previa inestable. Esta limitación se pone de manifiesto por la presencia de un cuello de botella, de tal manera que *ningún ítem nuevo se puede consolidar mientras lo esté haciendo un ítem previo.* En un apartado posterior retomaremos este asunto.

El modelo de los dos estadios es refrendado también por registros de potenciales evocados obtenidos durante la realización de una tarea de PRSV (Vogel, Luck y Shapiro, 1998). En algunos trabajos se han examinado los diversos componentes ERP que se corresponden con diferentes aspectos del procesamiento de la información: los componentes NI y P1 (que reflejan procesos sensoriales), el componente N400 (que refleja el análisis semántico) y el componente P3 (que refleja operaciones de consolidación en memoria operativa). La figura 7.6 representa el cambio en los componentes citados ante la presentación del segundo *target* en la posición +1 (antes del PA), en la posición +3 (durante el PA) y en la posición +7 (finalizado el PA). Como se observa, sólo el componente P3 se ve afectado por el periodo de parpadeo atencional que acontece en posición +3 (panel derecho). Es decir, los análisis sensorial y semántico del segundo *target* proceden sin impedimento alguno durante el periodo de PA, pero las operaciones de consolidación en memoria operativa se ven afectadas.

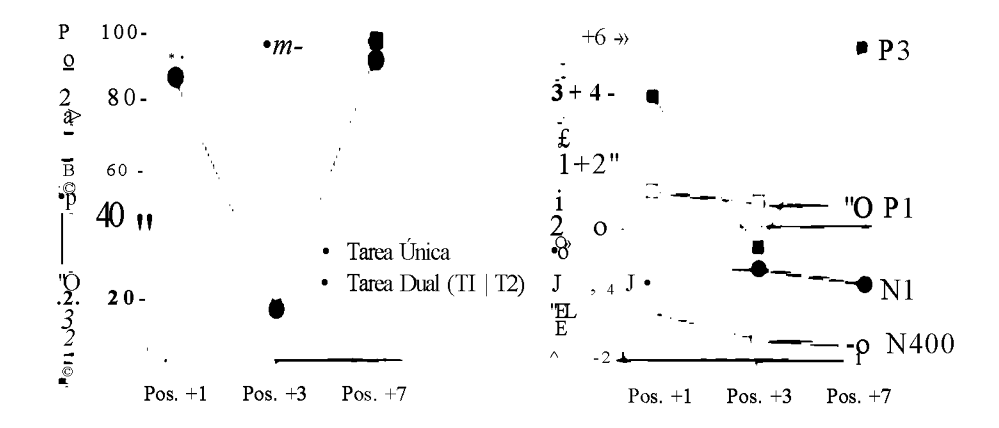


Figura 7.6. Panel izquierdo: datos de ejecución en una tarea de parpadeo atencional en condiciones de tarea única (detección de un solo *target)* y tarea dual (detección de dos *targets).* Panel derecho: diferencias en voltaje para los diversos componentes ERP elicitados por el segundo *target* cuando se presenta antes (Posición +1), durante (Posición +3) y después (Posición +7) del parpadeo atencional.

Fuente: Adaptado de Vogel, Luck y Shapiro, 1998.

5,2. Ceguera para el cambio

Una de las características más impresionantes de nuestra mente es que, a pesar de que los *inputs* que afectan a nuestros sentidos estén cambiando permanentemente, nuestra percepción subjetiva del mundo es continua y estable. Aunque esta continuidad es el resultado de almacenar y actualizar las múltiples representaciones del ambiente en la memoria, se han descubierto fallos en nuestra capacidad para detectar cambios o modificaciones en escenas presentadas visualmente, lo que incita a pensar que tales representaciones pueden contener menos información de la que se supone.

La "ceguera para el cambio", o *fallo para detectar las modificaciones del ambiente visual,* es un fenómeno robusto que puede observarse en numerosas tareas[10]. En estos estudios, el observador debe detectar una

[10] Este fenómeno lo experimentamos frecuentemente en nuestra actividad cotidiana y muchos magos inspiran en él sus trucos. En Internet existen numerosas ilustraciones al respecto. Por ejemplo, los fallos en una película (el actor lleva un cuello de la camisa por

diferencia existente entre dos imágenes. El requisito más importante para que la ceguera para el cambio se manifieste es que la presentación de las dos imágenes debe estar separada por un evento visual alternativo, o por una máscara, que interrumpa el procesamiento de la primera imagen. Si no se interrumpe este procesamiento, tal como sucede cuando las dos imágenes aparecen una tras otra, el cambio entre ambas es aparente y emerge visualmente. En estos casos, la experiencia es semejante a una especie de transición brusca local (en color, luminancia o forma —depende de lo que se cambie—) en el lugar de la imagen que se corresponde con la localización del elemento alterado. Esta transición brusca local actúa como una especie de señal que sobresale visualmente *(pop-out)* y capturará la atención del observador, facilitando así la detección del cambio. Pero si, por el contrario, presentamos un evento después de la primera imagen -p. ej., una máscara-, el efecto de transición entre ambas escenas desaparece y se dificulta la detección del elemento cambiado. Cuando esto ocurre, detectar correctamente el elemento alterado obliga a los observadores a comparar la representación mental de la imagen previa con la imagen posteriormente percibida.

El supuesto crítico de los estudios sobre ceguera para el cambio apunta a que *la detección del cambio sólo será posible si el elemento cambiante estaba dentro del foco atencional en el momento de pasar desde una a otra imagen.* Si la representación mental de la primera imagen no incorpora el elemento cambiante, por no haber sido éste atendido, el cambio no se detectará.

La técnica del parpadeo. La técnica habitual para estudiar la detección del cambio es la "técnica del parpadeo" *(Jlicker).* En ella se presentan sucesivamente dos versiones de una misma escena visual que contienen una diferencia entre ellas. Algunos ejemplos de diferencias entre escenas incluyen un objeto presente en una de ellas, pero no en la otra, un objeto de un color diferente en ambas o un cambio de su posición. Ambas escenas se presentan brevemente, en torno a los 200 ms cada una y, entre ellas, se dispone un campo en blanco (o máscara). La secuencia de presentación de las imágenes se repite reiteradamente (de ahí lo de parpadeo), hasta que los sujetos detecten el cambio y lo comuniquen.

fuera de la americana en una escena y en la siguiente lo lleva por dentro) no son siempre percibidos por todos los espectadores. Sin embargo, el cambio es aparente si ambos fotogramas aparecen en sucesión.

El descubrimiento más sorprendente utilizando el *flicker* es que las personas raramente detectan el cambio durante el primer ciclo de presentación. De hecho, a veces la alternancia entre escenas se repite durante más de un minuto antes de que se detecte el elemento cambiante. La rapidez con la que se detecta el cambio depende de la ubicación del objeto que se ha alterado, de tal manera que si este objeto forma parte del centro de interés de la escena se detecta más rápidamente (Rensink, O'Regan y Clark, 1997). Este descubrimiento, como ya dijimos, nos sugiere que la detección del cambio es más fácil cuando el objeto alterado ha sido atendido. Sin embargo, por sorprendente que parezca, incluso en condiciones en las que las personas parecen atender aparentemente a un objeto, la detección del cambio puede resultar problemática. Simons y Levin (1998) describen un espectacular ejemplo" de ceguera para el cambio, llevado a cabo en condiciones de la vida real, ante un estímulo presumiblemente atendido. Demostraron cómo las personas, implicadas en una conversación con un interlocutor desconocido (un compinche del experimentador), no fueron capaces de advertir el cambio de este interlocutor por otro diferente cuando un evento inesperado (dos operarios trasladando una puerta, también compinches del experimentador) interrumpió la visión del interlocutor original. Este descubrimiento parece bastante contraintuitivo, pues lo esperable es que la gente preste atención a las personas con las que habla. Contrariamente a esta idea, la mayoría de los participantes de este estudio no fueron capaces de detectar el cambio de un interlocutor por otro, y ello a pesar de que ambos vistieran de forma diferente, y que sus rostros y su tono de voz fueran distintos, etc.

Tal como se ha indicado en una revisión de la literatura sobre ceguera para el cambio, el fenómeno ha generado un inusitado interés, aunque todavía no es bien comprendido (Simons, 2000). Al parecer, nuestras limitaciones atencionales restringen la cantidad de detalles que podemos percibir en una escena, de tal manera que los detalles no atendidos no son consolidados en la memoria; cuando esto sucede, la comparación entre dos escenas sucesivas se hace complicada.

[11] Este vídeo se localiza fácilmente en Internet: The door study.

6. Revisitando el modelo de cuello de botella

En el capítulo anterior hemos descrito el modelo de cuello de botella para explicar las limitaciones encontradas durante el desempeño simultáneo de dos tareas. Conforme a este modelo, la selección de la respuesta de una segunda tarea no puede iniciarse hasta que haya concluido la selección de la respuesta en la primera. Ampliando lo allí expuesto, vamos a discutir ahora si la consolidación de la información en memoria y el recuerdo posterior se pueden ver afectados por este cuello de botella.

El cuello de botella durante la consolidación de la información. El proceso que asegura el almacenamiento y recuperación inmediata de una información se denominada *consolidación a corto plazo.* Este proceso puede verse afectado por el mismo cuello de botella de capacidad limitada que se manifiesta en los estudios con doble tarea (Jolicoeur y Dell'Acqua, 1999).

Suponga un experimento que combina dos tareas: una de memoria y otra de TR ante un tono. A los sujetos se les muestra al inicio del ensayo, o bien una o tres letras para recordar, o bien uno o tres dígitos (que no deben ser recordados). Tras una SOA variable (350-1600 ms), se emite un tono y los sujetos deben indicar, lo más rápidamente posible, si es alto o bajo. Al finalizar el ensayo, los participantes deben recordar las letras (si las hubo) que habían sido expuestas al inicio del mismo.

Observe en la figura 7.7 cómo la velocidad de respuesta ante el tono está en función del número de letras que se deben recordar y de la SOA. Con SOA cortas de 350 ms los TR ante el tono son muy elevados, tanto para la condición de tres letras como para la de una letra. Este hallazgo indica que la selección de respuesta ante el tono debe esperar debido a la actuación de un proceso previo de consolidación de las letras en la memoria. Durante este periodo de consolidación, la identificación de otro estímulo presentado simultáneamente (el tono) se ve perjudicada, pues es mucho más lenta que si apareciera en solitario. En definitiva, dado que comparten el mismo cuello de botella, dos operaciones no pueden llevarse a cabo simultáneamente. Si la operación de consolidación en memoria precisa utilizar la limitada capacidad de procesamiento del cuello de botella, la operación alternativa de identificación del tono tendrá que esperar, por lo que su respuesta se demorará (Pashler, 1998).

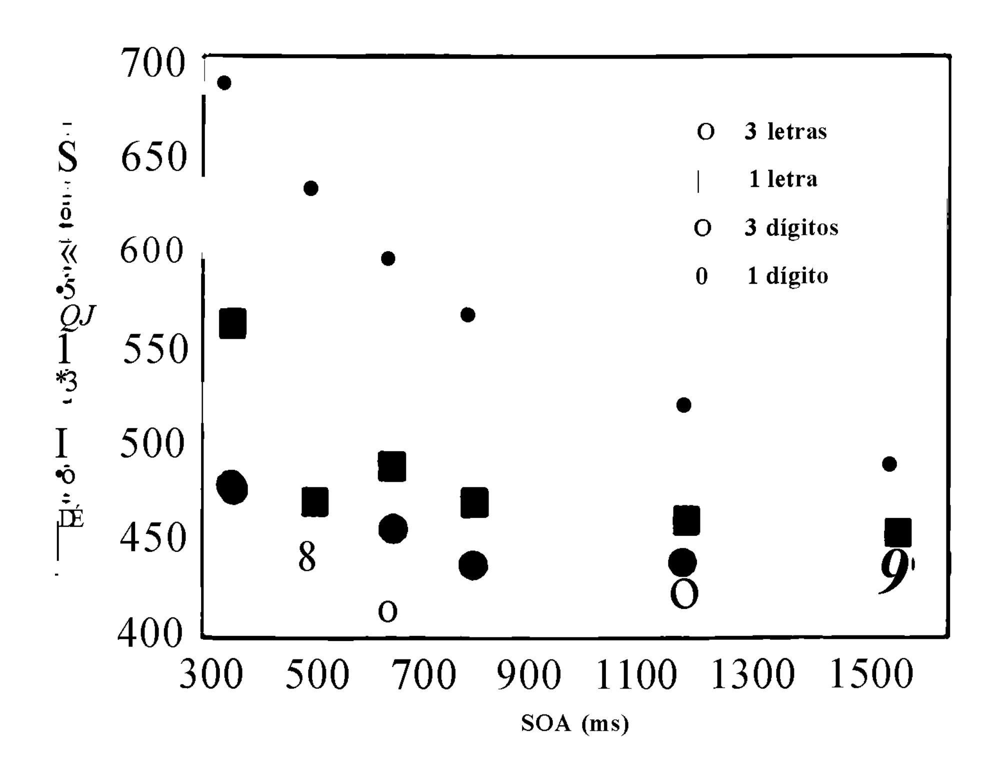


Figura 7.7. Tiempo de reacción medio ante un tono (Tarea 2) en función del número de letras que había que recordar (1 vs. 3) y de la asincronía (SOA) entre la presentación de las letras y la emisión del tono.
Fuente: Adaptado de Jolicoeur y Dell'Acqua, 1999.

El cuello de botella durante la recuperación de la información. A su vez, recuperar la información desde la memoria también parece depender del mismo cuello de botella. En un experimento de tarea dual se combinó una tarea en la que se debía clasificar un tono como alto o bajo (presionando el correspondiente pulsador) con otra de recuerdo de palabras previamente expuestas (Carrier y Pashler, 1995). Se descubrió que las operaciones de recuerdo tuvieron que esperar hasta que la respuesta al tono se ejecutara. Es decir, *las limitaciones del cuello de botella central se manifestaban cuando se precisaba una operación de recuperación de la información desde la memoria.* Debido al estrangulamiento generado por el cuello de botella, dos operaciones no pueden llevarse a cabo simultáneamente. Si una operación está seleccionando la respuesta ante el tono (alto

o bajo), la operación necesaria para recordar palabras deberá esperar (Pashler, 2000).

No obstante, a pesar de que es numerosa la evidencia que sugiere la presencia de un cuello de botella durante la recuperación de la información desde la memoria, algunos estudios demuestran que este estrangulamiento puede, a veces, ser sorteado. Utilizando doble tarea, ciertos hallazgos sugieren que algún tipo de recuperación de la información puede suceder en paralelo, antes de alcanzar el cuello de botella (Logan y Delheimer, 2001). En estos trabajos, durante una fase de aprendizaje previa, los sujetos debían memorizar una lista previa de palabras. Posteriormente, realizaban dos tareas, en las que debían indicar si los dos *targets* presentados en cada una de ellas (TI y T2) pertenecían a la lista memorizada. Se descubrió que las respuestas a TI fueron más rápidas si ambos *targets* pertenecían a la lista a memorizar, o cuando ninguno pertenecía, pero no cuando uno sí formaba parte y el otro no. Este *efecto de congruencia entre targets* apareció cuando ambos fueron presentados simultáneamente o con demoras (SOA) inferiores a 250 ms. Observe que este fenómeno indica la existencia de algún tipo de comunicación cruzada entre ambos *targets*, y no parece ser consistente con la actuación de un cuello de botella en el que las operaciones de recuperación de la información relativa a T2 no pueden comenzar hasta que la recuperación de la información correspondiente a TI haya finalizado. Si esto último hubiera ocurrido, las respuestas a TI no se hubieran visto afectadas por la congruencia con T2. En su lugar, el efecto sugiere que los sujetos comenzaron a escrutar en la memoria el segundo *target* antes de finalizar el escrutado del primero, lo que indica que algunos aspectos de la recuperación de la información desde la memoria pueden ocurrir en paralelo, sorteando el cuello de botella.

7. Aprendizaje implícito

Si el lector quisiera aprender a realizar una tarea compleja como utilizar una encuadernadora para componer su propia libreta de apuntes-, seguramente recurriría al manual de instrucciones o, en su defecto, a la ayuda de alguien que le explique cómo realizarla. En este caso, usted mos-

trará un interés voluntario por aprender y dirigirá conscientemente su atención a la información más relevante que le facilite dicho aprendizaje.

Sin embargo, en décadas recientes, los investigadores se han interrogado sobre si sería posible aprender sin que mediara una intención voluntaria por parte de la persona, e incluso sin que ésta fuera consciente de lo que está aprendiendo. El "aprendizaje implícito" consiste precisamente en la *adquisición de conocimientos o destrezas sin que exista una intención manifiesta.* El supuesto básico de este tipo de aprendizaje es que la persona que aprende no es, a menudo, consciente de sus propios progresos, ni tampoco es capaz de expresar lo que ha aprendido. Este tipo de aprendizaje se ha observado, incluso, en pacientes amnésicos, quiénes son incapaces de recordar una tarea realizada previamente, aunque su progreso es muy semejante al de las personas sanas conforme transcurre la práctica. Ilustrémoslo con un ejemplo.

Una tarea empleada habitualmente para estudiar el aprendizaje implícito es la tarea de tiempo de reacción serial (SRTT). Como se sabe por lo expuesto en el capítulo 2, en esta tarea, el sujeto debe presionar el pulsador correspondiente a la posición de aparición del estímulo. Para estudiar la influencia del aprendizaje implícito se comparan dos condiciones: una condición aleatoria (en la que la posición del estímulo varía aleatoriamente de ensayo a ensayo), con otra condición de secuencia regular que puede ser predicha (p. ej.: suponiendo las posiciones A, B, C, y D de izquierda a derecha, la secuencia puede ser D-B-C-A-C-B-D-C-B-A que se repite). Los sujetos que realizan la tarea con esta secuencia regular de diez posiciones experimentan una mejora en su rendimiento mucho mayor que aquellos que la hacen bajo condiciones aleatorias, y ello a pesar de que ni son informados de que existe dicha secuencia establecida ni se les insta a que traten de descubrirla, aunque muchos de ellos indican que sí llegan a ser conscientes de la misma (Nissen y Bullemer, 1987).

Para comprobar que el aprendizaje implícito no requiere que los sujetos sean conscientes de la existencia de dicha secuencia, trabajos semejantes han reclutado pacientes con Síndrome de Korsakoff. Estos pacientes son personas caracterizadas por una elevada amnesia, que les impide reconocer o recordar un material que ha sido previamente expuesto. Como era previsible, estos pacientes nunca afirmaron haber sido conscientes de la regularidad en la secuencia. Sin embargo, tal como se observa en la figura 7.8, aunque sus TR fueron globalmente superiores en la tarea SRTT, el pro-

greso de aprendizaje de la secuencia regular fue comparable al de los sujetos sanos: cuantos más bloques de ensayos realizaban más rápido era su desempeño.

En definitiva, podemos concluir que el aprendizaje implícito se produce, aparentemente, sin que el sujeto sea consciente, aunque las personas que mantienen su capacidad de memoria intacta pueden llegar a manifestar verbalmente el conocimiento adquirido.

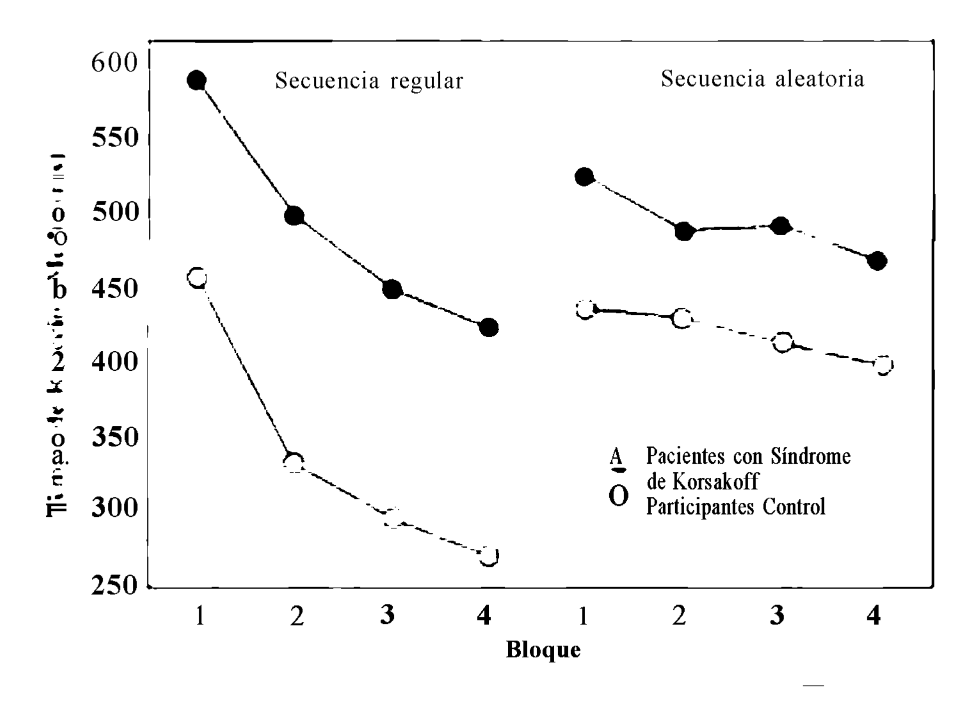


Figura 7.8. Secuencia de aprendizaje en sujetos normales y amnésicos.
Fuente: Adaptado de Nissen y Bullemer, 1987.

El papel de la atención en el aprendizaje implícito. Dado que el aprendizaje implícito ocurre sin ser conscientes del mismo, sin prestar atención, cabe preguntarse si puede existir aprendizaje de una tarea cuando se retira la atención de la misma hacia otra tarea. Una manera de averiguarlo consiste en utilizar una condición de tarea dual, en la que una tarea principal se ejecuta junto con otra tarea secundaria que acapara los recursos atencionales. Por ejemplo, algunos trabajos han utilizado una tarea principal

SRTT junto con otra tarea secundaria distractora (Cohén, Ivry y Keele, 1990). Las secuencias utilizadas en la tarea principal SRTT podían ser: asociaciones regulares únicas (C siempre sigue a A), asociaciones predictivas complejas (A puede ser seguida por C cuando es precedida de B, y por D cuando es precedida por C) o ambas. Los hallazgos mostraron que las asociaciones predictivas complejas nunca fueron aprendidas bajo condiciones de doble tarea, pero las asociaciones regulares sí lo fueron. Esto apuntaba a que el aprendizaje de las secuencias dependía de dos procesos: (1) de un proceso asociativo automático, que no precisaba atención, y que se limitaba a establecer vínculos entre ítems adyacentes (responsable de las secuencias regulares) y (2) de un proceso de alto nivel, que requería atención, y que elaboraba códigos jerárquicos basados en el agolpamiento de elementos de la secuencia (responsable del aprendizaje de las secuencias predictivas complejas). Por lo tanto, en condiciones de doble tarea, si la tarea distractora secundaria captura los recursos atencionales, el proceso asociativo automático garantizará el aprendizaje implícito de las secuencias regulares; pero el proceso de alto nivel no podrá operar, siendo, en estos casos, imposible un aprendizaje implícito de las secuencias complejas.

En conclusión, es posible aprender de forma implícita regularidades en una serie, y este aprendizaje es debido, en parte, al resultado de procesos asociativos automáticos que actúan al margen de la atención e independientemente de otras operaciones mentales. Aunque este aprendizaje asociativo opera automáticamente, el aprendizaje más complejo que afecta a facetas episódicas, personales del individuo, o a relaciones predictivas, requiere atención (Cowan, 1988, 1995).

8. Atención, destreza y memoria

Aunque la atención es un mecanismo necesario para garantizar el aprendizaje de cualquier conducta, una importante línea de trabajo ha intentado demostrar que la atención no es necesaria cuando una conducta se ha convertido en destreza a consecuencia de la práctica y se ha automatizado (p. ej.: aprender a sumar con soltura).

Procesamiento automático vs controlado. Hemos expuesto en el capítulo previo el debate existente en psicología cognitiva respecto a si una

conducta puede ser desempeñada automáticamente, sin necesidad de atención. Los partidarios de la distinción entre un procesamiento automático y otro controlado entienden que un *proceso automático* es aquél que: (1) está dirigido por el estímulo, y no supeditado al control intencional de las personas, (2) una vez iniciado no puede detenerse, y (3) ni interfiere ni tampoco es interferido por otros procesos. Posner y Snyder (1975, pg. 81) definen los procesos automáticos como aquéllos que ocurren *"sin intención voluntaria, sin conocimiento consciente de los mismos y sin interferencia sobre otra actividad mentar.* Por su parte, el *procesamiento controlado* es relativamente lento, requiere esfuerzo mental y que la persona sea consciente de las acciones realizadas (Atkinson y Shiffrin, 1968). En definitiva, conforme a esta dicotomía, adquirir una destreza se caracterizará por pasar desde un procesamiento controlado que requiere atención, a un modo de desempeño automático que no precisa recursos atencionales, está dirigido por los estímulos y es independiente del control consciente.

Para explorar los modos de procesamiento controlado y automático se ha utilizado frecuentemente el denominado "paradigma de búsqueda en memoria"[12]. En este paradigma, los sujetos deben indicar si uno o más *targets* expuestos previamente (conjunto de memoria o *memory set*) aparecen en una presentación visual posterior (un marco). La figura 7.9 corresponde a la disposición de Schneider y Shiffrin (1977; Shiffrin y Schneider, 1977). Observe que, en la condición de correspondencia consistente, el conjunto de memoria siempre estuvo formado por números a recordar y los distractores de los marcos siempre fueron letras. Por su parte, en la condición de correspondencia variada tanto *targets* como distractores fueron letras. Al desempeño del sujeto en condiciones de correspondencia consistente nunca le afectó ni el tamaño del conjunto de memoria a recordar ni el número de distractores del marco, lo que sugería que el sujeto realizaba la detección del *target* automáticamente; esto era así porque siempre que aparecía un dígito se sabía que era un *target.* Por el contrario, en condiciones de correspondencia variada, el desempeño se vio afectado por el tamaño del conjunto de memoria y el del marco. En estas condiciones, el sujeto estaba obligado a aplicar un modo de procesamiento controlado, pues en todos los ensayos debía esforzarse para discernir entre el *target* y los distractores, ya que todos ellos pertenecía a la misma categoría (todos era letras).

[12] Una explicación del paradigma de búsqueda se encuentra en el Anexo II dedicado a técnicas experimentales.

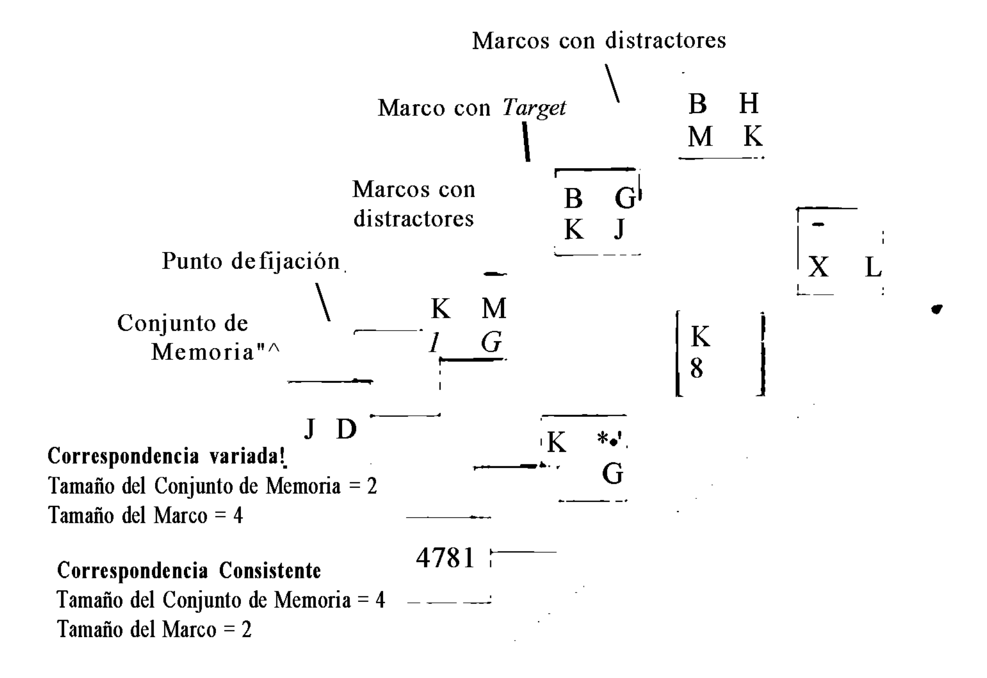


Figura 7.9. Disposición del paradigma de búsqueda en memoria empleado por Schneider y Shiffrin (1977).
Fuente. Datos de Schneider y Shiffrin, 1977.

La teoría de los ejemplos. Otros investigadores explican la adquisición de destrezas de una manera diferente. Tal vez, una de las teorías más influyentes sobre la adquisición de destrezas sea la "teoría de la automaticidad basada en ejemplos" de Logan (1998). Un "ejemplo" es un episodio en el que la atención se dirige a una información relevante, con el resultado de que esta información se codifica en la memoria. La práctica reiterada consigue que el desempeño sea cada vez más rápido y preciso, debido a que el número de ejemplos recopilados se incrementa, lo que permite recuperar más fácilmente la información relevante almacenada en la memoria. Es decir, *la automaticidad es debida a la acumulación progresiva de ejemplos que facilitan la recuperación de la información.* Un niño puede aprender a sumar 4+5 contando inicialmente con los dedos. Tras reiteradas presentaciones de la suma, y el correspondiente cálculo de la respuesta correcta, llegará un momento en el que no necesitará contar, pues recuperará automáticamente la solución. Por lo tanto, la práctica es una de las características fundamentales de la teoría de los ejemplos. La figu-

ra 7.10 ilustra cómo el rendimiento mejora en función del número de ensayos de práctica: conforme el número de ejemplos se incrementa, el tiempo medio para recuperar la información disminuye.

Observe que el concepto de automaticidad en la teoría de Logan es muy distinto al propuesto por Shiffrin y Schneider. Para Logan, el procesamiento es automático cuando la tarea se ejecuta mediante la recuperación de ejemplos almacenados. Contrariamente a Shiffrin y Schneider, para Logan la atención sigue siendo necesaria en un comportamiento automatizado, ya que es la responsable de seleccionar los indicios o claves relevantes que permiten recuperar ágilmente la información desde la memoria[13]. De hecho, contemplar el procesamiento controlado y automático

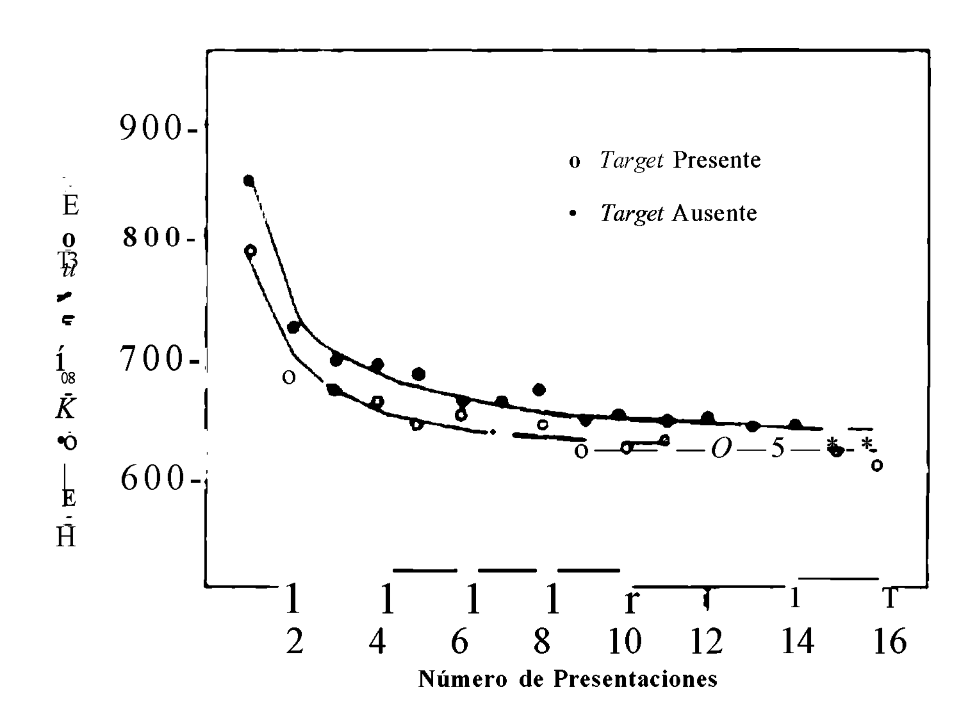


Figura 7.10. Efectos de la práctica sobre la capacidad para detectar un *target*. El tiempo de reacción medio disminuye en función del número de ensayos de práctica.

[13] En el capítulo próximo, al hablar de consciencia situacional, veremos cómo el comportamiento experto (ajedrecistas, pilotos...) depende, en gran medida, de la capacidad de acceder ágilmente a la información de la memoria a largo plazo recurriendo a cía-

como modos cualitativamente diferentes, uno con participación de la atención y otro sin ella, ha recibido diversas críticas. Por lo expuesto en el capítulo 3, sabemos que en el ámbito de la búsqueda visual numerosos investigadores prefieren hablar de "eficiencia" de la búsqueda, en lugar de suponer que algunos *targets* pueden ser localizados automáticamente sin participación de la atención (Ehrenstein, Walker, Czerwinski y Feldman, 1997). De forma análoga, otros autores rechazan entender la automaticidad como un modo concreto de procesamiento, opuesto al controlado, y la describen, en su lugar, como un fenómeno que surge cuando convergen una serie de condiciones, tales como un *input* estimular y una destreza que determina la ejecución de una acción adecuada. En este caso, el desempeño de una conducta es automático cuando toda la información para ejecutar la tarea está presente en el ambiente o en la memoria a largo plazo (Neumann, 1987). Esta última perspectiva es semejante a la de Logan, al entender que la automaticidad tiene su fúndamento en la selección de claves o indicios de recuperación que permiten acceder rápidamente a la información almacenada en la memoria. En definitiva, estas propuestas coinciden en que la atención desempeña un importante papel, incluso en tareas ante las que exhibimos un elevado nivel de pericia y, supuestamente, se han automatizado.

Resumen

Este capítulo ha descrito cómo la memoria y la atención son términos que describen un conjunto de funciones de procesamiento de la informa-

ves mnemotécnicas. Por ejemplo, Chase y Ericsson comunicaron la capacidad del sujeto SF, que era capaz de recordar listas de hasta 80 dígitos, cantidad muy superior al intervalo de memoria inmediata que se suele estimar entre 5-9 ítems. SF era corredor profesional y su estrategia pasaba por agrupar la serie en tiempos de carrera obtenidos en el pasado. Este tipo de agrupaciones significativas constituyen indicios de recuperación que muchas personas utilizan habitualmente: por ejemplo, la secuencia 1492197963 puede agruparse como "año del descubrimiento de América, año de mi nacimiento y edad de mi madre". Métodos de mejora de la memoria, como el de Loci, también se fundamenta en el uso de estas claves. La idea básica ahora es recurrir a ubicaciones bien conocidas (p. ej., las habitaciones de nuestra casa) y en cada una de ellas depositar información en forma de imágenes de aquello que debe ser recordado. Posteriormente, estas habitaciones se convierten en una clave de recuperación de aquella información que contienen.

ción complejas, más o menos interrelacionadas. Por "memoria" aludimos a los diversos modos de representar una información y su retención en distintos almacenes. La información perceptiva se conserva muy brevemente en almacenes específicos para cada modalidad sensorial y, si debe alcanzar el plano consciente, debe ser sometida inmediatamente a un procesamiento adicional con objeto de garantizar su consolidación en un estadio posterior. Por su parte, la memoria operativa mantiene activamente la información y es capaz de procesar tanto la información visoespacial como la fonológica. Atención y memoria convergen estrechamente en el componente ejecutivo central de la memoria operativa. El papel de la atención en la memoria puede describirse como el de un agente selectivo que regula el flujo de información y restringe las operaciones mnésicas.

El hecho de ejecutar una tarea reiteradamente es condición suficiente para aprender a realizarla en modo experto. Aunque no solemos ser conscientes de una gran parte de la información que aprendemos al desempeñar una tarea, la presencia de regularidades en la misma puede contribuir a una mejora de nuestro desempeño, y ello a pesar de que no seamos capaces de verbalizarlas. Por lo tanto, aunque la atención sirva para seleccionar lo que es codificado en, y recuperado desde la memoria, el aprendizaje implícito puede darse sin necesidad de atención, es decir, sin necesidad de una selección consciente de la información. Por curioso que parezca, gran parte del procesamiento que requiere recuperación de la información ocurre al margen de la experiencia consciente de las personas.

Ejercicios

1. Distinga entre informe total e informe parcial ¿Qué es la ventaja del informe parcial?
2. Explique en qué consiste la metodología de carga simultánea para estudiar el bucle fonológico.
3. Describa la evidencia que demuestra la participación del ejecutivo central en el control atencional de las tareas.
4. Explique el modelo de memoria operativa de Cowan y detalle el papel que desempeña la atención.

5. Describa un hipotético procedimiento experimental utilizando la técnica de PRSV en una tarea de detección y en otra de identificación.
6. ¿Cómo explica el modelo de dos estadios el parpadeo atencional? ¿Por qué existe un beneficio de la posición +1?
7. ¿En qué consiste el parpadeo o *flicker* para estudiar la ceguera para el cambio? ¿Qué importancia tiene la atención en este fenómeno?
8. Compare el concepto de automaticidad de Shiffrin y Schneider con la propuesta de automaticidad inspirada en ejemplos y defendida por Logan.

CAPÍTULO 8

Carga mental, consciencia situacional y error humano

Esquema de contenidos

1. Introducción
2. Carga mental y recursos de procesamiento
   2.1. *Arousal* y carga mental: el modelo del recurso único
   2.2. El modelo de los recursos múltiples
3. Estrategias de procesamiento
4. Medidas de carga mental
   4.1. Medidas fisiológicas
   4.2. Medidas conductuales del desempeño
   4.3. Curvas POC
   4.4. Medidas subjetivas
   4.5. Criterios para seleccionar medidas de carga
5. Consciencia situacional
   5.1. Consciencia situacional y memoria
   5.2. Consciencia situacional y carga mental
   5.3. Evaluación de la consciencia situacional
   5.4. Mejorando la consciencia situacional
6. El error humano
   6.1. Inicio y mantenimiento de un plan de acción
   6.2. El dirimidor y el sistema atencional supervisor (SAS)

Resumen
Ejercicios

1. Introducción

En el estudio de la atención confluyen, mucho más que en cualquier otro ámbito de la psicología cognitiva, la investigación básica y las necesidades aplicadas. Estas necesidades suscitaron un renovado interés por explorar el mecanismo atencional durante los años cincuenta del pasado siglo, lo que propició que la psicología de la atención se ubicase en una posición destacada dentro de la moderna psicología cognitiva. Asuntos tan trascendentes como comprender la habilidad de los controladores aéreos para dividir su atención entre las múltiples aeronaves, o la de los operadores de radar para localizar submarinos enemigos, provocaron una marcada tendencia hacia la investigación de cuestiones atencionales relacionadas con los límites de la atención dividida, de la atención selectiva y de la vigilancia. Fiel a esa herencia aplicada, gran parte del trabajo teórico sobre atención sigue hoy en día motivado por la obligación de resolver problemas prácticos cotidianos. Algunos de estos problemas tienen que ver con la necesidad, por ejemplo, de mostrar y visualizar información a través de pantallas o monitores (ergonomía visual), con medir y describir las demandas atencionales que impone una tarea o con predecir, en qué momento de la ejecución, el operador[1] humano puede llegar a cometer errores.

En los últimos cien años, uno de los mayores cambios que se ha producido en la sociedad ha sido el relacionado con la naturaleza del trabajo. El espectacular desarrollo tecnológico ha transformado la actividad laboral, propiciando el surgimiento de nuevos trabajos y alterando la manera en la que se ejecutan. La tendencia ha sido reducir, paulatinamente, las demandas físicas impuestas al operador. Por ejemplo, en la actividad que desempeña hoy en día una secretaria, los documentos de papel han sido sustituidos por archivos de ordenador, con la consiguiente reducción de desplazamientos, manipulación y transporte de documentos físicos. En lugar de utilizar una máquina de escribir, la práctica totalidad de las secretarias (como todos nosotros) utilizan pro-

[1] El lector observará que el término "operador" aparece a lo largo de este capítulo. La literatura ha utilizado genéricamente este término para referirse a la persona que desempeña una actividad en un contexto aplicado. El término ha estado clásicamente vinculado con la psicología del trabajo y de las organizaciones, así como con la ergonomía cognitiva.

cesadores de texto u hojas de cálculo en un ordenador, incluso para realizar las tareas aparentemente más sencillas. Sin embargo, a pesar de esta disminución de las demandas físicas, paradójicamente las demandas cognitivas se han incrementado espectacularmente. Simplemente, manejar un moderno teléfono de oficina conlleva recordar diversos códigos o conocer sus complejas funciones, tareas cognitivas estas que deben realizarse simultáneamente con otras actividades, como consultar el correo electrónico, enviar un burofax o atender a un cliente que solicita información.

En el presente capítulo expondremos cómo se registran y miden las demandas mentales impuestas por las tareas, y describiremos cómo las personas manejan estas demandas recurriendo al mecanismo atencional. Una cuestión relacionada será la de explicar, también, por qué el desempeño humano se desorganiza en ocasiones durante la ejecución de una tarea, con la consiguiente aparición de errores.

El concepto de "carga mental" (*mental workload)* alude a las demandas de procesamiento que impone la ejecución de una tarea cognitiva. Gopher y Donchin (1986) entienden la carga mental como la *diferencia existente entre la capacidad de procesamiento que requiere una tarea y la capacidad de procesamiento disponible en el operador.* Observe, por lo tanto, que la carga no depende exclusivamente de los requisitos de la tarea, sino también de la capacidad de procesamiento del individuo. Por esta razón, ante una misma tarea, la carga mental experimentada por una persona puede ser diferente a la experimentada por otra. Además, la carga impuesta por una tarea, o conjunto de tareas, estará en función del tipo de capacidades físicas y mentales que se exijan. En definitiva, los dos asuntos relevantes consisten en averiguar qué son estas capacidades mentales y cómo puede ser evaluada la carga mental.

2. Carga mental y recursos de procesamiento

Definir la carga mental como la diferencia existente entre la capacidad de procesamiento requerida por la tarea y la capacidad de procesamiento disponible en el operador exige explicar a qué nos referimos al hablar de capacidad.

Repasando la literatura descubrimos una serie de términos utilizados habitualmente para describir la carga mental, tales como *esfuerzo, arousal* y *recursos.* El *esfuerzo,* tal como lo entendemos, es un término genérico que se refiere a la puesta en marcha de un esfuerzo físico consciente. El *arousal* es un término que alude a la disposición o nivel de activación necesario para realizar una tarea. Finalmente, los *recursos* pueden ser contemplados como hipotéticas reservas de procesamiento que abarcan disposiciones sensoriales, motoras y cognitivas. Estos tres términos se interrelacionan frecuentemente. Podemos considerar que los recursos reflejan un nivel de *arousal* subyacente, y se materializan mediante un esfuerzo que se pone en marcha para ejecutar una actividad.

Generalmente, la carga mental aparece cuando se necesita realizar un esfuerzo y hacer uso de los recursos de procesamiento disponibles. No obstante, no todas las tareas imponen una carga mental mensurable, pues si los requisitos de procesamiento de una tarea son satisfechos por las capacidades del operador, no aparecerá sensación subjetiva de carga. La experiencia de carga mental emergerá, solamente, cuando nuestras capacidades sean sometidas a una considerable demanda. Así, fuentes de carga mental aparecerán al realizar tareas con limitaciones energéticas (p. ej.: ejecutar una actividad compleja con privación de sueño), con limitaciones estructurales (p. ej.: pedir al sujeto que atienda simultáneamente a la información que se presenta enfrente y detrás) o con escasez de recursos (p. ej.: ejecutar varias tareas complejas a la vez).

2.1. *Arousal y* carga mental: el modelo del recurso único

La relación entre carga mental y *arousal* ha sido objeto de análisis exhaustivo, de ahí que numerosas medidas clásicas de carga sean, esencialmente, medidas de *arousal.* Al igual que sucedía con los niveles de *arousal* (recuerde la ley de Yerkes-Dodson del capítulo 2), se ha observado que el desempeño se beneficia si existe una cantidad moderada de carga mental. Es decir, bajos niveles de carga pueden ocasionar aburrimiento y estados de alerta mínima que repercutirán negativamente sobre la ejecución de la tarea, mientras que una carga excesiva tendrá efectos opuestos que perjudicarán también al desempeño. Por lo tanto, la meta del psicólogo consistirá en diseñar tareas o situaciones que requieran niveles moderados de carga mental en las personas.

El modelo energético de Kahneman. El concepto de carga mental tiene sus orígenes en el *modelo atencional del recurso unitario*[2]. Este modelo guarda una estrecha relación con el *arousal,* y su máximo exponente es Kahneman (1973). Según se observa en la figura 8.1, el nivel de *arousal* de un individuo determina la capacidad o energía atencional disponible para afrontar las diferentes actividades. Esta energía atencional es semejante a un conjunto único de recursos genéricos limitados que debe distribuirse entre cada tarea. El desempeño se verá afectado cuando las demandas impuestas por las tareas en su conjunto excedan los recursos disponibles del operador. En estos casos, el operador tendrá que establecer unas prioridades con objeto de distribuir adecuadamente los recursos entre cada una de ellas. A este proceso se le denomina "política de asignación o distribución de recursos".

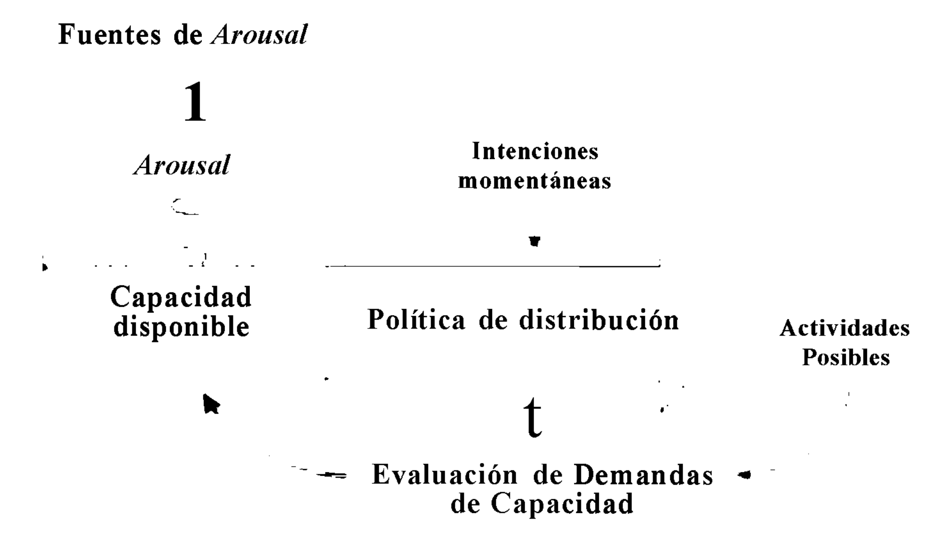


Figura 8.1. Modelo atencional del recurso unitario de Kahneman (1973).

[2] Metafóricamente, este modelo entiende la atención como un suministro energético limitado. Manteniendo constante la presión de entrada, si abrimos varios grifos en una vivienda observaremos que el caudal de agua disminuye en cada uno de ellos, debido a que debe distribuirse entre todas las tomas. De forma semejante, conforme al modelo de Kahneman, si realizamos varias tareas simultáneamente, la energía atencional debe distribuirse entre ellas según una política de distribución, de tal manera que dedicar más energía o recursos atencionales a una tarea implicará perjudicar el desempeño de otra. Se dice que es un modelo de recurso único o unitario porque la energía atencional es genérica y, como tal, aplicable a cualquier tipo de tarea.

Esta política de distribución contempla la presencia de una especie de mecanismo comparador, que evalúa los recursos disponibles en función de las actividades que debe llevar a cabo el operador humano. La necesidad de aplicar esta política se hace evidente cuando las situaciones a las que nos enfrentamos son complejas o peligrosas. En estos casos, cuando las demandas impuestas por una tarea son elevadas, su adecuada realización dependerá del éxito que tenga el control atencional en mantener prioridades. Aunque no lo recomendamos en absoluto, conducir a la vez que se habla por un móvil puede ser simultaneado si las demandas atencionales impuestas por ambas tareas son rutinarias. Sin embargo, cuando las condiciones ambientales incrementan las demandas mentales, tal como sucede cuando el clima es adverso o si se conduce por calles desconocidas, seguramente los recursos atencionales del conductor serán destinados en exclusiva a la conducción, lo que dificultará seguir con la conversación telefónica y se pondrá fin a la misma. Este ejemplo ilustra cómo, en muchas situaciones, el desempeño en una tarea debe ser "protegido" de distorsiones producidas por el ambiente, lo que sólo se puede conseguir manteniendo unas prioridades. Esta necesidad de proteger el desempeño en una tarea es el factor responsable de los sentimientos de carga o fatiga.

Detectando la carga mental del operador. La protección del desempeño impide, a veces, que se manifiesten en la tarea principal deterioros aparentes en el rendimiento por efecto de la carga mental (cometer más errores). Sólo cuando esta tarea es muy sensible (imagine una tarea de vigilancia de un operador de radar) es factible medir los efectos directos que sobre la misma ejercen una variedad de estresores.

Pero, aunque el desempeño en la tarea no se vea aparentemente afectado, sigue siendo posible todavía evaluar la carga a la que es sometido el operador. Una primera manera de lograrlo consiste en registrar ciertos *costes compensatorios,* tales como detectar un incremento en actividad simpática o, incluso, a través de sentimientos subjetivos de esfuerzo y tensión psicológica manifestados por el sujeto. Se sabe, por ejemplo, que las personas que cometen más errores en condiciones estresantes exhiben menos costes compensatorios (bajos niveles de catecolaminas —hormonas que se utilizan como medidas de la carga mental— estrés y esfuerzo subjetivo) que las personas que realizan adecuadamente la tarea, pues estas últimas protegen su desempeño más eficazmente (Lundberg y Frankenhaeuser, 1978; Wilkinson, 1962).

Otro posible indicador que denota la existencia de alta carga mental es el *ajuste de estrategias* para proteger el desempeño. Cuando las demandas son elevadas las personas optarán, si les es posible, por utilizar estrategias que impliquen menos esfuerzo. Un ejemplo de estas estrategias es el "estrechamiento atencional". Este estrechamiento se refiere a la tendencia que exhiben algunos individuos, bajo condiciones de alto estrés, a restringir de forma inapropiada su atención a un limitado y pequeño conjunto de fuentes de información del total disponible. El estrechamiento atencional se ha descubierto, incluso, en sujetos que simplemente creían que iban a experimentar una situación estresante, aunque no lo fuera en realidad. Así, algunos trabajos han encontrado que, tras haber indicado simplemente a los sujetos que iban a experimentar condiciones de alta presión en una cámara hiperbárica, restringieron su atención a los estímulos presentados centralmente, en una tarea de detección, ignorando los estímulos periféricos (Weltman, Smith y Egstrom, 1971). También se han observado consecuencias perniciosas del estrechamiento atencional en pilotos de aerolíneas. Lamentablemente, cuando algunos pilotos detectan un problema a través de un indicador tienden a focalizar su atención en el mismo, retirando la misma de otros indicadores necesarios para el vuelo. Según los informes de las agencias de investigación de accidentes, este estrechamiento atencional ha sido responsable, en numerosas ocasiones, de lo que se denomina en la jerga aeronáutica "vuelos controlados contra el terreno" (accidentes en los que el piloto tenía, paradójicamente, la aeronave bajo su control).

Un último efecto de la protección del desempeño tiene que ver con los *posefectos de la fatiga.* Tras haber ejecutado una tarea estresante o ardua que ha impuesto alta carga, las personas tienden a utilizar estrategias de bajo coste para realizar otras tareas (Hockey, 1993).

Para finalizar, describimos un experimento curioso que demuestra la estrecha relación entre carga y desempeño (Lavie, Gopher y Wollman, 1987). Los sujetos de este estudio fueron privados de sueño durante 28 horas. Posteriormente y hasta completar 36 horas, se les pidió que alternasen entre la realización de una tarea de TR de elección, que duraba 13 minutos, y que se tumbaran en una cama durante 7 minutos. Cada sujeto pasó por dos condiciones. En la primera, se les dijo que durmieran cuando estuvieran en la cama; en la otra, se les dijo que intentaran permanecer despiertos en la cama. En una y otra condición no aparecieron diferencias en el tiempo dedicado a dormir, pero la instrucción sí afecto a los TR obteni-

dos. Intentar permanecer despierto -aunque no se consiguiera- generaba una carga mental que sustraía recursos destinados a la realización de la tarea de elección, con el consiguiente menoscabo de ésta.

2.2. El modelo de los recursos múltiples

La idea de que existe un conjunto único y genérico de recursos o capacidad unitaria de procesamiento que debe compartirse entre todas las tareas no puede explicar algunos importantes descubrimientos. Por ejemplo, dos tareas de idéntica dificultad pueden ejercer diferentes efectos sobre una tercera tarea, de tal modo que una de ellas la puede interferir pero no la otra. Este descubrimiento sugiere que, en lugar de compartir un conjunto único de recursos genéricos, las tareas pueden estar utilizando recursos múltiples de diferente naturaleza. Sólo en el caso en que dos tareas precisen del mismo tipo de recursos, el rendimiento se verá deteriorado.

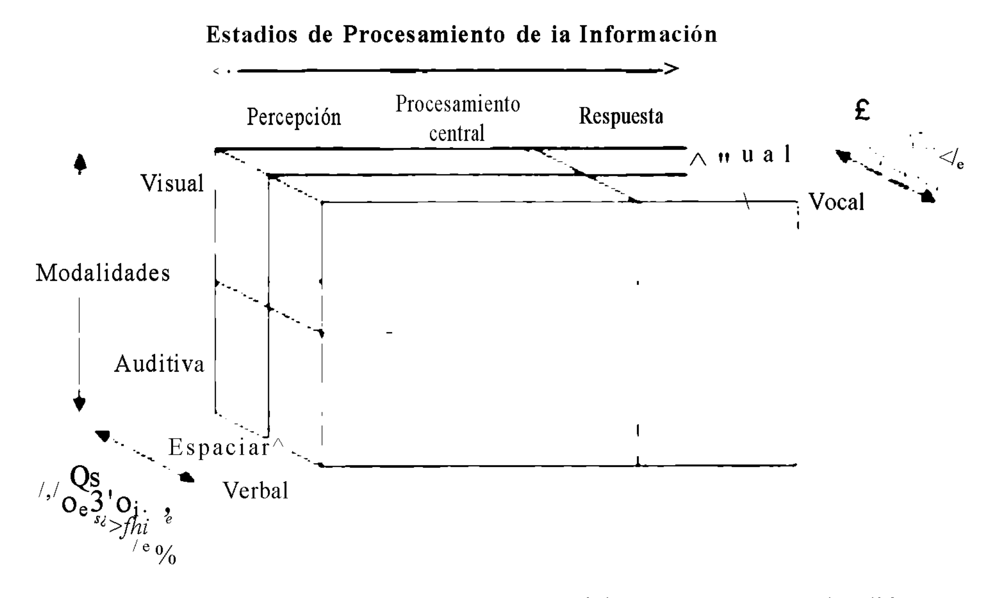


Figura 8.2. Modelo de los recursos múltiples de Wickens. Se asume que las diferentes modalidades sensoriales, los códigos de procesamiento, los estadios de procesamiento y las modalidades de respuesta disponen de un *pool* independiente de recursos atencionales.

Fuente: Wickens, 1984. Reproducido con permiso de Academic Press.

Son numerosas las técnicas desarrolladas para la evaluación de la carga mental que se sitúan más próximas al enfoque de los recursos múltiples que a la del recurso unitario. El enfoque de los recursos múltiples propone que diferentes tipos de tareas pueden utilizar recursos independientes de diferente naturaleza, que disponen a su vez de sus propias reservas de capacidad. Esto supone que, si dos tareas precisan recursos diferentes, ambas pueden ser ejecutadas a la vez de forma adecuada, y sus efectos combinados sobre la carga mental del operador serán más bajos que si ambas compartieran los mismos recursos. Tal como se ejemplifica en la figura 8.2, Wickens (1980, 1984) propone la existencia de recursos separados para cada estadio básico de procesamiento (perceptivo, procesamiento central y respuesta). También propone recursos diferentes para los distintos tipos de procesamiento (espacial y verbal), de modalidades sensoriales (visual y auditiva) y de respuestas (manual, vocal).

Aunque inadecuado como modelo explicativo de la atención, el enfoque de los recursos múltiples puede servir como un marco de trabajo útil para predecir el desempeño de un operador ante tareas complejas. Su principal ventaja es que permite definir las tareas en términos que son relativamente fáciles de representar. Los investigadores pueden utilizar este marco de trabajo para realizar predicciones sobre la capacidad para compartir tiempos entre tareas *(time-sharing,* véase capítulo 6). Así, el modelo predice la existencia de una adecuada distribución de tiempos entre tareas si cada una de ellas utiliza recursos distintos, por lo que, en este caso, incrementar las demandas de una tarea influirá poco sobre el desempeño en la otra.

3. Estrategias de procesamiento

Aludimos antes al ajuste de estrategias como indicador de carga y protector del desempeño. En efecto, una tarea compleja, que impone altas demandas de procesamiento, obliga a las personas a programar y ejecutar sus diversos componentes recurriendo a estrategias diversas. La aplicación de estas estrategias puede diferir de una persona a otra o de una situación a otra. En definitiva, el cambio de estrategia en sí mismo, tal como expusimos antes, puede ser un indicador de la presencia de carga mental.

Algunos trabajos realizados con controladores aéreos son un excelente ejemplo de cómo se aplican los cambios de estrategia (Sperandio, 1971). En estos se descubrió que, durante la maniobra de aproximación de las aeronaves al aeropuerto, los controladores utilizaban dos estrategias diferentes. Cuando la carga mental a la que eran sometidos era escasa (p. ej.: poco tráfico aéreo), los controladores buscaban la eficacia en términos de dirigir al avión por la ruta más corta y directa. Sin embargo, cuando la carga era elevada (p. ej.: congestión de tráfico aéreo), el controlador dirigía a la aeronave según los procedimientos y rutas publicadas en las cartas de aproximación, que podían incluir incluso un patrón de espera de la aeronave antes de aterrizar. Aunque esta segunda estrategia es menos eficiente que la primera en términos de ahorro de tiempo, es mucho más adecuada pues permite afrontar situaciones complejas de alta carga con la consiguiente repercusión en seguridad.

Un parámetro que ejerce gran influencia sobre el tipo de estrategia seleccionada es el nivel de destreza que exhibe la persona. El entrenamiento y la experiencia pueden determinar el tipo de estrategias puestas en marcha por un individuo, afectando incluso al tipo de procesamiento al que son sometidos los estímulos. Ante ciertas tareas, las personas con elevada experiencia y destreza tienden a procesar la información de forma automática, es decir, "rápidamente, en paralelo y sin esfúerzo aparente" (Eggemeier, Wilson, Kramer y Damos, 1991, pg. 212), por lo que no están sujetos a las limitaciones de un procesamiento controlado que depende de los recursos disponibles. Las tareas que han sido automatizadas, debido a su práctica reiterada, pueden compartir tiempos con otras tareas y, así, pueden desempeñarse de forma simultánea, sin que se produzcan deterioros en el rendimiento (Strayer y Kramer, 1990).

4. Medidas de carga mental

Hemos comentado antes que mantener un nivel óptimo de carga mental favorece el desempeño, y esto se consigue diseñando ambientes o tareas que impongan demandas moderadas de carga. Por esta razón, para decidir si la organización de una tarea o de un ambiente es más adecuada que otra, es preciso evaluar la cantidad de carga ejercida por cada una de ellas. Tres

son los tipos de medidas empleados para evaluar la carga: fisiológicas, conductuales y subjetivas.

4.1. Medidas fisiológicas

Este tipo de medidas se refieren a cambios en los sistemas fisiológicos del organismo, que se producen como respuesta a las demandas impuestas por la tarea. Existen dos conjuntos genéricos de medidas fisiológicas: las relacionadas con el nivel de *arousal* y las relacionadas con la actividad cerebral (Gopher, 1994).

Medidas de *arousal*. El supuesto básico de estas medidas es que determinados sistemas fisiológicos relacionados con el *arousal* se activan siempre que las demandas requeridas por una tarea impongan mayor esfuerzo mental al operador. Aunque son varios los sistemas fisiológicos que se pueden registrar, los más utilizados han sido los cambios en tamaño pupilar y la variabilidad de la frecuencia cardiaca.

Los cambios en activación parasimpática del sistema nervioso autónomo se reflejan en alteraciones del diámetro pupilar. Cuanto más elevadas son las demandas de la tarea, mayor es el tamaño de la pupila. Las relaciones entre *arousal* y pupila tienen una larga historia. Así, en el siglo xix algunas mujeres se ponían gotas de extracto de "*atropa belladona*" (planta tóxica que contiene atropina) en sus ojos con objeto de dilatar sus pupilas y parecer, así, más seductoras. En el ámbito científico se ha descubierto que los cambios pupilares, resultado del esfuerzo cognitivo, son de pequeña magnitud si se compara con aquellos cambios debidos a variaciones en el nivel de luz ambiental o a cambios en la convergencia ocular. Por este motivo, el registro de estos cambios (pupilometría) exige utilizar técnicas de medida muy precisas, junto con un control estricto de las condiciones estimulares y luminosas. Utilizando técnicas pupilométricas, se ha descubierto que el diámetro pupilar se muestra sensible ante una variedad de fuentes de carga mental, tales como carga de memoria, tareas de clasificación y complejidad en la respuesta motora (Beatty, 1982).

Por su parte, los cambios cardiovasculares están también asociados con alteraciones del nivel de *arousal* así como con el esfuerzo mental y físico. Aunque los incrementos de la frecuencia cardiaca exhiben una correlación

con los incrementos de la carga mental, la frecuencia cardiaca, en sí misma, es mucho más dependiente del esfuerzo físico. Por esta razón, el mejor indicador de la carga mental es la *variabilidad de la frecuencia cardiaca* (cambios de la frecuencia en un breve intervalo de tiempo), pues conforme se incrementa el esfuerzo mental, uno de los componentes (en torno a los 0,10 Hz) de la variabilidad de la frecuencia cardiaca disminuye (Vicente, Thornton y Moray, 1987).

Medidas de la actividad cerebral. Los potenciales evocados (ERP) detectan, también, el nivel de carga mental. Sabemos, por lo expuesto en el capítulo 2, que los ERP se registran colocando electrodos en el cuero cabelludo para detectar cambios eléctricos en respuesta a estímulos presentados externamente. Las modificaciones de la dificultad de la tarea pueden manifestarse a través de los diversos componentes de los ERP. También, los ERP son sensibles a la prioridad que se otorgue a una tarea frente a otra. Por ejemplo, bajo condiciones de doble tarea, se ha observado (Strayer y Kramer, 1990) que la magnitud de los componentes ERP asociados con una tarea primaria (alta prioridad) es mayor que cuando la tarea es designada como secundaria (baja prioridad). Estos cambios de intensidad en la activación demuestran "la competencia que se produce entre dos tareas concurrentes que deben compartir un conjunto limitado de recursos de procesamiento" (Gopher, 1994, p. 273).

Un componente que parece estar claramente asociado con la carga mental es el P3 (o P300, componente positivo que emerge unos 300 ms después de presentar el estímulo). Este componente es de gran magnitud cuando aparece un estímulo inesperado. En el paradigma *oddball* (descrito en el capítulo 2) un estímulo estándar se repite reiteradamente, tiempo durante el cual el componente P3 es de menor amplitud. Sin embargo, tal como se observa en la figura 8.3, cuando aparece el estímulo *oddball* (discordante) el componente P3 exhibe mayor amplitud. P3 parece reflejar la cantidad de procesamiento al que es sometido el estímulo *oddball* y, tal como dijimos en el capítulo previo, refleja la actuación de mecanismos de actualización y consolidación en la memoria. En definitiva, P3 es un componente sensible a los procesos de evaluación del estímulo y, como tal, indica la presencia de una demanda en la tarea que genera carga mental en el operador (Isreal, Wickens, Chesney y Donchin, 1980).

Los ERP son buenos indicadores de carga mental, incluso cuando el estímulo utilizado para causar el ERP es totalmente irrelevante para la

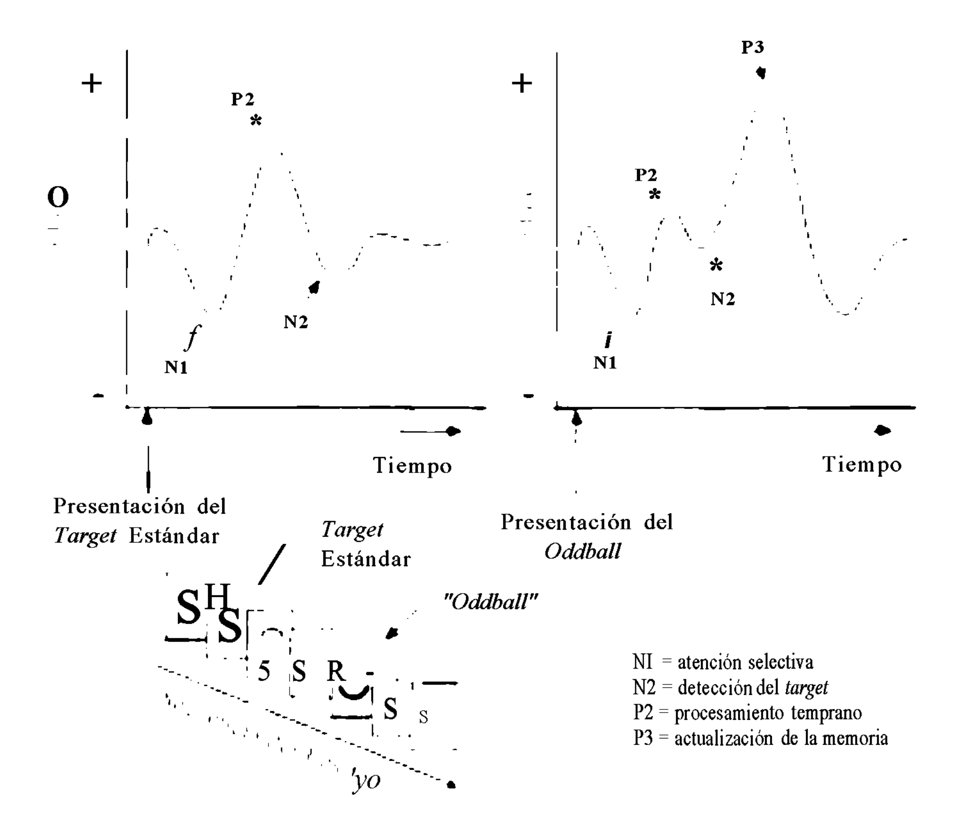


Figura 8.3. Descripción del paradigma *oddball* para estudiar el procesamiento mediante componentes ERP. La magnitud del componente P3, relacionado con la actualización de la memoria, es sensible a la carga mental.

tarea. En un estudio realizado con operadores de radar (en condiciones simuladas) se analizó la influencia que ejercía un tono auditivo que debía ser ignorado, y que se presentaba esporádicamente bajo diversos niveles de carga en la tarea principal ante el radar (Kramer, Trejo y Humphrey, 1995). Respecto a una línea base, se encontró que la amplitud, tanto de los componentes más tempranos de los ERP (NI, N2 y el potencial de disparidad) como del componente P3, fue sensible a la aparición del tono.

En conclusión, bajo condiciones de alta carga en las que el operador está demasiado ocupado y no tiene recursos disponibles para ejecutar una respuesta, los ERP resultan muy efectivos como técnica de medida de la carga.

4.2. Medidas conductuales del desempeño

Las medidas conductuales de carga mental se obtienen registrando la ejecución del operador en una tarea. Sin embargo, tal como expusimos al hablar anteriormente del fenómeno de protección del desempeño, cuando la dificultad de una tarea está por debajo de un nivel, la realización de la misma puede que no se vea aparentemente afectada, a pesar de que el operador experimente sentimientos subjetivos de carga. Por este motivo, en la mayor parte de ocasiones se recurre a una metodología de doble tarea o tarea dual, en las que una tarea secundaria se realiza a la vez que la tarea primaria, analizando cómo se resiente la ejecución en cualquiera de ellas. Veamos cómo se aplica.

Simultáneamente a una tarea primaria podemos incorporar, por ejemplo, una tarea secundaria de TR simple, consistente en presionar un pulsador lo más rápidamente posible cuando se escuche un tono. A pesar de la

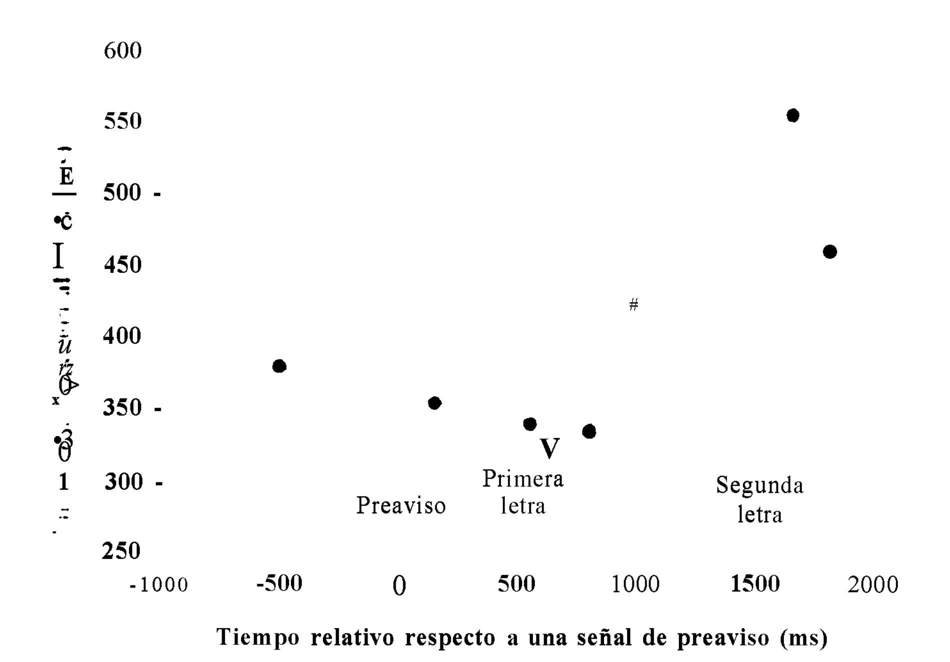


Figura 8.4. Tiempo de reacción al estímulo sonda *(probé)* durante una tarea de juicios igual-diferente. Se asume que el tiempo de reacción al *probé* refleja las demandas de capacidad requeridas por la tarea primaria.
Fuente: Datos de Posner y Boies, 1971.

-elativa facilidad de esta tarea secundaria, se ha descubierto que la velocidad de respuesta depende de los recursos atencionales requeridos por la -.área primaria. En la tarea secundaria, el tono actuará a modo de estímulo sonda *(probé)* de la principal: es decir, el tono permitirá sondear la carga mental impuesta por la tarea primaria en el momento de su aparición. Por ejemplo, un trabajo de Posner y Boies (1971) utiliza este tipo de tarea secundaria de detección de un tono, junto a una tarea primaria de emisión de juicios igual-diferente. Esta tarea primaria consiste en juzgar, presionando el correspondiente pulsador, si dos letras presentadas una tras otra son iguales o diferentes. Como se puede observar en la figura 8.4., el TR ante el tono de la tarea secundaria experimentó variaciones dependiendo del momento en que fue presentado, siendo más elevado cuando su presentación coincidió aproximadamente con la exposición de la segunda letra. Este resultado sugiere que el estadio de selección de la respuesta (decidir si las letras son iguales o diferentes) utiliza más recursos atencionales (mayor carga) que cualquier otro estadio de procesamiento (codificación o emisión de respuesta), restándolos a la detección del tono e incrementando así el TR ante el mismo.

La lógica de la tarea secundaria. La tarea de TR ante un estímulo sonda o *probé* es, como dijimos, un caso particular de aplicación del paradigma de doble tarea o tarea dual que ya conocemos por capítulos previos. Observe la lógica de este paradigma para medir la carga mental: introducir una tarea secundaria supone incrementar la carga impuesta al operador en un determinado componente o momento de la tarea primaria. El propósito de la tarea secundaria es, simplemente, el de consumir recursos de procesamiento que, de otra manera, estarían disponibles para afrontar cambios de dificultad en la tarea primaria. Esta sobrecarga en la capacidad de procesamiento se refleja en el desempeño del operador (en cualquiera de las dos tareas) y no puede compensarse por el mero hecho de poner más empeño.

Utilizando este procedimiento de tarea secundaria podemos evaluar el desempeño tanto en la principal (la más relevante) como en la secundaria. En unos casos, el interés reside en explorar cómo afecta la tarea secundaria a la ejecución de los diferentes componentes de la primaria (medidas de tarea primaria). Este procedimiento se ha utilizado, por ejemplo, para estudiar el desempeño de conductores que, a la vez que controlaban el vehículo, debían escuchar y evaluar una serie de frases emitidas a través de un teléfono. Las tareas más automatizadas, como cambiar a la marcha apropiada, no se vieron afectadas por la conversación, pero sí otras más controladas como la esti-

mación de distancias (Brown, Tickner y Simmonds, 1969). En otras ocasiones, sin embargo, se enfatiza la tarea primaria y se evalúa el desempeño en la secundaria (medidas de tarea secundaria). Así, conductores a los que se les ha insistido en que prioricen el control del vehículo son capaces de realizar simultáneamente sumas y restas mentales, aunque el tiempo que ocupan estas operaciones aritméticas depende de las demandas impuestas por las condiciones del tráfico (Eggemeier y Wilson, 1991).

Finalmente, es preciso tener en cuenta que, en ambientes complejos y críticos, la tarea secundaria puede que sea percibida por el operador como algo molesto o irrelevante que hay que evitar. Este problema puede solventarse utilizando tareas secundarias imbricadas (*embedded secondaty task*). Se trata ahora de que estas tareas secundarias se perciban como algo inherente al ambiente del operador, aunque no formen parte de la tarea primaria. Un ejemplo son las comunicaciones de radio, que han sido utilizadas como tarea secundaria imbricada para evaluar la carga mental durante la tarea principal de pilotaje de aeronaves. Bajo condiciones imbricadas resulta igualmente posible, priorizar la tarea principal o la secundaria mediante instrucciones (Eggemeier y Wilson, 1991).

4.3. Curvas POC

Las llamadas curvas POC -*performance operating characteristic;* característica operativa del desempeño- representan gráficamente hasta qué punto dos tareas pueden realizarse a la vez (Navon y Gopher, 1979). En estas curvas se compara el desempeño obtenido en una tarea frente al desempeño obtenido en la otra.

La curva POC de la figura 8.5 representa la influencia combinada de la dificultad de la tarea y de la política de asignación de recursos sobre la actuación del operador ante dos tareas diferentes. Estas dos tareas compiten entre sí por conseguir el máximo de un conjunto limitado de recursos; de ahí que, según se eleve la dificultad de una de ellas, más difícil resultará combinarla adecuadamente con la otra, pues el correcto desempeño en la primera exigirá retirar recursos de la segunda. Por el contrario, si las dos tareas pueden compartir tiempos de forma apropiada, el desempeño en ambas será semejante a como si fueran una única tarea, y ello incluso aunque se instruya a la persona a priorizar una sobre otra. En estos casos, la

actuación del operador se correspondería con el llamado "punto de ejecución óptima" (P). Observe que la curva POC que une el eje vertical con el horizontal representa la política de distribución de recursos, de forma que al incrementar los recursos en la tarea B, se reducen en la tarea A, y viceversa. Es decir, en la mayor parte de ocasiones, cuando se combinan dos tareas, el resultado es el deterioro en la ejecución de una de ellas como consecuencia de retirar recursos para asignarlos a la otra. Por lo tanto, cada uno de los puntos de una curva POC indica cómo se han distribuido los recursos entre las dos tareas (p. ej.: dedica un 50% de recursos a A y otro 50% a B). La distancia existente entre los distintos puntos de la curva POC y el punto de ejecución óptima P refleja la eficiencia con la que se combinan ambas tareas.

Para obtener una curva POC, primero se evalúa el desempeño por separado en cada una de las dos tareas. Este desempeño se supone que equivale a una puntuación de 100%. Posteriormente, se realizan ambas tareas a la vez y la ejecución obtenida se compara con la condición única. Por ejem-

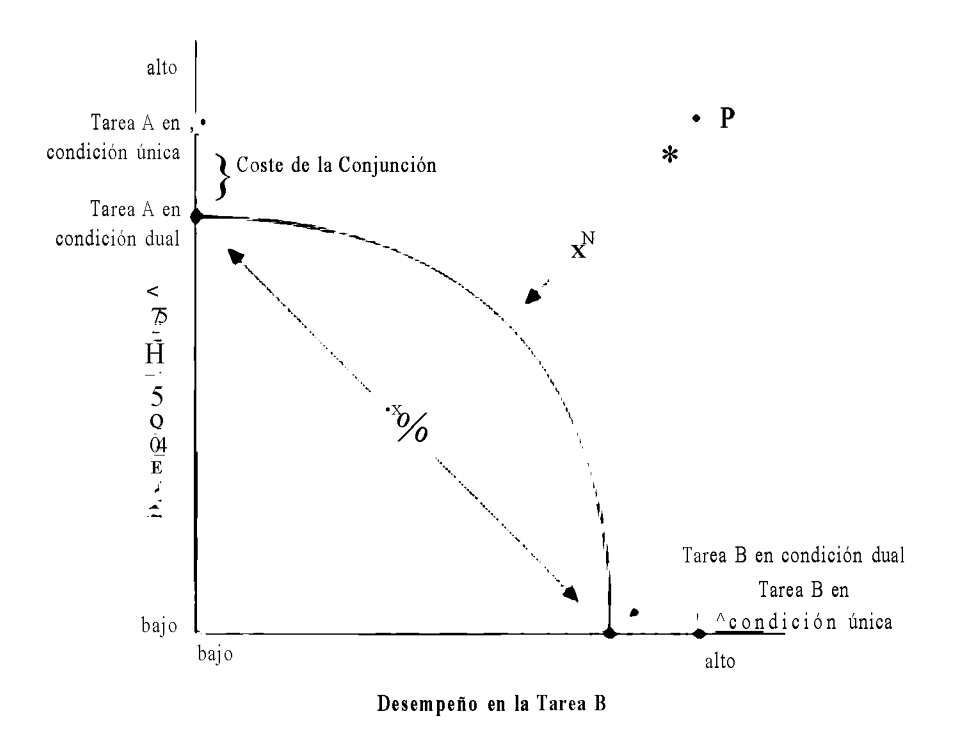


Figura 8.5. Hipotética curva POC que representa el desempeño conjunto de dos tareas.

pío, si la puntuación de una tarea en condiciones de tarea única es 52, esta puntuación se considera el 100%. Si en condiciones de tarea doble la puntuación es de 44, el porcentaje de eficacia respecto a la condición única sería de 85% (44 es el 85% de 52). Es decir, en este ejemplo el desempeño en la tarea ha experimentado una caída de un 15%, por el hecho de haber sido simultaneada con otra con la que ha tenido que compartir recursos.

Priorizando las tareas. Bajo condiciones duales, las instrucciones del experimentador pueden priorizar una de las tareas frente a la otra (mayor énfasis en la tarea A, igual énfasis en ambas tareas, mayor énfasis en la tarea B) y, con una adecuada retroalimentación y entrenamiento, el operador tenderá a obtener este desempeño diferencial (Gopher, Brickner y Navon, 1982). Sin embargo, si lo que se pretende es que la persona sea capaz de equilibrar su actuación y distribuir sus recursos atencionales conforme a las instrucciones progresivas que va recibiendo (p. ej.: "ponga más dedicación a la tarea A", "ahora a B", "ahora ambas por igual"), entonces se necesitará un entrenamiento mucho más exhaustivo sobre la naturaleza de la conducta que se ejecuta (Spitz, 1988).

El entrenamiento de las personas en estrategias de priorización y distribución de la atención entre dos tareas simultáneas puede tener una influencia importante y duradera sobre el desempeño. El desempeño mejora sustancialmente si se entrena al operador para utilizar estrategias de prioridad variable (p. ej.: priorice la tarea A un 25%, ahora un 50%, ahora un 75%) frente a condiciones sin priorización o con una única prioridad general (p. ej.: priorice A sobre B). Las personas entrenadas en prioridad variable son mucho más hábiles para detectar cambios en la dificultad en las tareas y, así, ajustar sus esfuerzos a las nuevas demandas (Gopher, 1993). Algunos trabajos ratifican esta idea (Gopher, Weil y Siegel, 1989). En este estudio, los participantes aprendieron a poner diferente énfasis en cada una de los componentes de una tarea compleja (el vídeojuego *Space Fortress*[3]), lo que les obligó a explorar distintas estrategias para ejecutar el

[3] *Space Fortress* es una tarea diseñada a modo de vídeojuego en el Laboratorio de Psicofisiología Cognitiva de la Universidad de Illinois, por Mané y Donchin en 1989, y posteriormente adaptada al ámbito del vídeojuego comercial. Es una tarea tipo *arcade* con objeto de cautivar el interés de los sujetos. Básicamente, consiste en disparar misiles contra una fortaleza espacial. Los misiles se disparan desde una nave espacial cuyo movimiento es controlado por el sujeto mediante un *joystick* que maneja con su mano y que está dotado de disparador. Además, el sujeto debe proteger su nave de impactar con minas que aparecen progresivamente.

juego, superando así las limitaciones de los aprendices, quienes tienden a focalizar su atención en una única estrategia poco adecuada. Además, un entrenamiento bajo condiciones de priorización variable mejora la habilidad de las personas para evaluar sus propias capacidades atencionales y distribuirlas con elevada precisión.

4.4. Medidas subjetivas

Las medidas más extendidas de carga mental descansan en el supuesto de que las personas son capaces de informar, con relativa precisión, de la cantidad de carga que experimentan cuando realizan una tarea. Los operadores pueden evaluar en una escala el esfuerzo que supone realizar cada uno de los componentes de las tareas, o también comparar tareas entre sí indicando el esfuerzo relativo que exige cada una de ellas. En cualquiera de los casos, estas medidas subjetivas son sencillas de implementar, no son intrusivas, el coste de su aplicación es relativamente bajo y tienen un alto grado de validez.

Un ejemplo de instrumento para evaluar la carga subjetiva es el *National Aeronautic and Space Administration Task Load Index* (NASA-TLX; Hart y Staveland, 1988). NASA-TLX es un cuestionario multidimensional de medida subjetiva de carga mental que está constituido por seis subescalas. En la tabla 8.1 se describe cada una de ellas. En una primera fase, y una vez que el operador ha realizado una tarea determinada, se le pide que cumplimente cada una de las subescalas. En una fase posterior, se le solicita que indique la importancia relativa de cada subescala respecto a la tarea que ha realizado, lo que permite obtener una ponderación de los resultados obtenidos en cada subescala por separado. La suma de todas las ponderaciones permite obtener el indicador de la carga mental global. No obstante, algunas investigaciones han demostrado que ponderar cada subescala por separado no incrementa la sensibilidad del NASA-TLX para detectar la carga, por lo que recomiendan evitar el esfuerzo de cálculo y utilizar directamente los datos reales de cada subescala (Hendy, Hamilton y Landry, 1993).

Otro ejemplo de escala subjetiva de carga es la *Subjective Workload Assessment Technique* (SWAT; Reid, Shingledecker y Eggemeier, 1981). La SWAT evalúa tres dimensiones de carga, dependiendo del origen que la

Tabla 8.1. Subescalas del cuestionario NASA-TLX

Escala	Descripción
Demanda mental	¿Qué actividad mental y perceptiva fue necesaria? (por ejemplo: pensar, decidir, calcular, recordar, buscar, investigar, etc.) ¿Se trata de una tarea fácil o difícil, simple o compleja, pesada o ligera?
Demandafísica	¿Cuánta actividad física fue necesaria? (por ejemplo: empujar, tirar, girar, pulsar, accionar, etc.) ¿Se trata de una tarea fácil o difícil, lenta o rápida, relajada o cansada?
Demanda temporal	¿Qué premura de tiempo experimentó debido al ritmo al cual se sucedía la tarea o los elementos de la misma? ¿Era el ritmo lento y pausado o rápido y frenético?
Desempeño	¿Hasta qué punto cree que ha tenido éxito en los objetivos marcados por el investigador (o por usted mismo)? ¿Cuál es su grado de satisfacción con su nivel de ejecución?
Esfuerzo	¿En qué medida ha tenido que trabajar (física o mentalmente) para alcanzar su nivel de resultados?
Nivel de frustración	Durante la tarea, ¿en qué medida se ha sentido inseguro, desalentado, irritado, tenso y preocupado o, por el contrario, se ha sentido seguro, contento, relajado y satisfecho?

genere: el tiempo (T), el esfuerzo mental (E) y el estrés psicológico (S). A su vez, cada una de estas dimensiones puede valorarse recurriendo a tres niveles discretos: 1 (bajo), 2 (medio) y 3 (alto). Así, por ejemplo, una determinada combinación describiría una tarea como que "permite interrupciones ocasionales" (T2), "requiere poco esfuerzo mental consciente pues apenas requiere atención" (E1) y "genera alto estrés ocasionado por confusión, frustración o ansiedad" (S3). La combinación total de los valores de cada nivel en cada una de las escalas genera un total de 27 posibilidades (111, 112, 113...) que son mostradas en tarjetas. En una primera fase se pide al operador que ordene las 27 tarjetas, desde aquella descripción que le genere menos carga hasta aquella que le genere mayor carga. A partir de este ordenamiento, y en una segunda fase aplicando técnicas psicométricas de escalamiento, se elabora una escala de carga mental individualizada que es la que se empleará para evaluar la tarea concreta.

Limitaciones de las medidas subjetivas. Un elemento que debe tenerse en cuenta al utilizar medidas subjetivas para comparar diferentes tareas es

que éstas se basan en juicios personales y, como tal, están sujetos al *sesgo personal* del operador. Se ha descubierto que los sujetos se ven influenciados tanto por el rango como por la frecuencia de los posibles estímulos de la tarea. La gente suele dividir el rango de estímulos en intervalos categoriales y utiliza todos ellos por igual (Parducci, 1965). Por lo tanto, aunque la variabilidad entre los estímulos sea baja, los sujetos tienden a utilizar el rango total. Esto implica que los resultados de estimación ante una tarea con pocos niveles de dificultad tenderá a sobreestimar la carga, mientras que con muchos niveles dará como resultado una subestimación de la misma. Algunos estudios han verificado esta predicción. En ellos se utilizó la SWAT y el NASA-TLX para medir la carga en una tarea de categorización, en la que los sujetos debían indicar si dos palabras pertenecían a la misma categoría semántica (Colle y Reid, 1998). La carga se manipuló variando la tasa de presentación de los estímulos. Cuando se empleó una pequeña variedad de tasas de presentación las estimaciones de carga fueron más elevadas que cuando se utilizó una mayor variedad de tasas de presentación. Así, el valor de estimación de la carga en la SWAT para una misma presentación de veintidós pares de palabras por minuto fue de 33 en la condición de baja variedad de tasas de presentación (sobreestimación) y de 6 en la de alta variedad (subestimación). La solución a este problema pasa por presentar, en una fase previa de práctica, el conjunto total de condiciones junto con instrucciones para aprender a utilizar los valores de la escala de respuesta. Es decir, parece necesario describir la escala de respuesta antes de aplicarla y ofrecer ejemplos de práctica con la tarea a evaluar.

Otro aspecto problemático de las medidas subjetivas surge con las que podríamos denominar *subescalas "emocionales"* (nivel de frustración en el NASA-TLX y carga por estrés en la SWAT) pues, según algunos autores, estas subescalas no se relacionan fácilmente con ninguna teoría existente sobre capacidad de procesamiento (Gopher, 1994). Tal vez, este es el motivo por el que algunos creen que utilizar medidas unidimensionales de carga es tan apropiado, o incluso mejor, que utilizar medidas multidimensionales. Una medida unidimensional de carga consiste, sencillamente, en un valor que se obtiene al pedir que se compare la carga experimentada en una tarea con la experimentada en otra diferente, asignando números a cada tarea según la carga impuesta. Aplicando una escala unidimensional, el valor asignado de carga mental refleja la magnitud de recursos invertidos en la realización de cada tarea. La revisión de la literatura ha concluido que las medidas unidimensionales pueden ser más sensibles para eva-

luar las demandas de una tarea que las multidimensionales (Hendy, Hamilton y Landry, 1993). No obstante, una manera de mejorar la fiabilidad de estas últimas es aplicar las subescalas una vez que los operadores conozcan todas las condiciones de la tarea, tal como dijimos antes, lo que les permitiría comparar más eficazmente unas condiciones con otras en términos de carga (Tsang y Vidulich, 1994). Una medida unidimensional, bastante sencilla de obtener, es pedir a las personas que estimen el grado de esfuerzo experimentado al desempeñar la tarea, lo que a priori sería relativamente equivalente al valor de la subescala esfuerzo del NASA-TLX; el problema es que, algún estudio ha descubierto bajas correlaciones entre los valores de esfuerzo obtenidos en una escala unidimensional y aquellos otros obtenidos en esta subescala de esfuerzo. En definitiva, se necesita mucha más investigación para dilucidar qué miden exactamente las escalas unidimensionales y su grado de precisión.

Una última limitación de las medidas subjetivas emerge en condiciones de *doble tarea.* En estas condiciones, el desempeño se ve afectado tanto por los recursos invertidos en cada una de las tareas *(time-sharing),* como por la competencia existente entre ambas por conseguirlos. Sin embargo, las medidas subjetivas de carga emitidas por el operador parecen contemplar únicamente el primero de los componentes. Este es el motivo por el que la medida subjetiva de carga obtenida en condiciones de doble tarea suele ser diferente a la obtenida cuando esas mismas tareas se ejecutan de forma independiente. Al comparar una tarea dual fácil con dos tareas independientes difíciles, se ha demostrado que el desempeño es mejor en la condición dual por ser más fácil, aunque el sentimiento subjetivo de carga es mayor debido a que los recursos deben compartirse entre las dos tareas simultáneas (Yeh y Wickens, 1988). Es decir, el requisito de compartir tiempos entre dos tareas parece afectar más a la sensación subjetiva de carga que al desempeño real, de ahí que la comparación entre condiciones de ejecución duales y condiciones de ejecución independiente deba manejarse siempre con cautela.

4.5. Criterios para seleccionar medidas de carga

El primer criterio para seleccionar cualquier instrumento destinado a medir la carga, como los descritos, es que sea *fiable.* Es decir, si las condiciones se mantienen constantes la medida obtenida también debe serlo.

Junto a ello, otro factor para decidir qué instrumento de medida elegir es \& *facilidad de uso,* lo que explicaría por qué las medidas subjetivas son tan populares.

La *sensibilidad* de la medida es otro criterio importante. Una medida es sensible cuando refleja adecuadamente aquellas variaciones de la carga impuesta por la tarea. Tenga en cuenta que si un instrumento no es sensible resulta imposible detectar diferencias de carga ejercidas por la tarea. Por ejemplo, la SWAT es muy sensible a la carga ocasionada por privación de sueño, al tiempo dedicado a la tarea y a la dificultad de la tarea (Hankey y Dingus, 1990). A su vez, la *sensibilidad temporal* también es un criterio de selección relevante; es decir, el instrumento de medida debe reflejar los cambios progresivos de dificultad que se experimentan durante la ejecución de la tarea a lo largo del tiempo.

Se dice que un instrumento es *diagnóstico* cuando la medida obtenida no sólo refleja los cambios generales de carga mental, sino también la carga impuesta a cada una de las diversas capacidades cognitivas del operador (p. ej.: la tarea X implica más carga perceptiva y menos carga de memoria). En el contexto del modelo de recursos múltiples, el valor diagnóstico de una medida alude a su capacidad para identificar qué tipo de recursos concretos pueden tener un riesgo de agotarse. En este sentido, la pupilometría podría utilizarse para obtener una medida global del uso de los recursos, mientras que una técnica de tarea secundaria podría emplearse para sondear el uso concreto que se hace de los recursos de procesamiento perceptivo, verbal o espacial. La capacidad diagnóstica de una medida es también útil en ergonomía cognitiva. Si estuviéramos interesados en incorporar un sistema de información en un ambiente de trabajo complejo, valdría la pena averiguar qué recursos de los operadores son los más sobrecargados en dicho ambiente, con objeto de elegir el medio más apropiado para mostrar la información, que no sature dichos recursos más de lo que ya están[4].

Finalmente, la *invasividad* hace referencia a la posible perturbación o alteración en el desempeño de una tarea como consecuencia de aplicar una técnica de medida de carga mental. Dependiendo de la situación, una técnica puede ser más o menos invasiva. Por ejemplo, introducir una tarea

[4] Por ejemplo, en un *cali center* de asistencia telefónica, que exige alto uso de recursos auditivos, instalar en la sala un monitor visual de avisos podría ser una manera adecuada de presentar la información.

secundaria resultará invasivo si afecta a la política de asignación de recursos del operador en la tarea primaria, pero podría pasar desapercibida si se pudiera incorporar de forma natural a la misma (recuerde las tareas imbricadas). Por norma general, una tarea secundaria es intrusiva si ocasiona cambios relevantes en la forma en que se desempeña la tarea primaria.

Para acabar, hemos de indicar que la incorporación de una técnica para evaluar la carga mental debe ser aceptada por el operador. Ya dijimos al describir las medidas conductuales de carga que, si el operador no está convencido de su utilidad o no la acepta, puede darse el caso de que no ponga todo su empeño en dar lo mejor de sí, lo que impediría obtener datos fiables.

5. Consciencia situaciona!

Imagínese inmerso en una situación en donde todo a su alrededor cambia continuamente. Los objetos aparecen y desaparecen de su vista y las personas se mueven continuamente de un lado para otro. Usted intenta mantener en su mente sus metas inmediatas, a la vez que debe evitar obstáculos y maniobrar permanentemente para mantener una posición estable y evitar colisiones. Esta situación descrita no tiene por qué corresponderse necesariamente con un vídeojuego de acción, pues perfectamente describe lo que sucede cuando usted transita en una estación de ferrocarril abarrotada de personas o cuando juega un partido de fútbol.

Numerosas actividades en nuestra vida requieren vigilar constantemente un elevado volumen de información cambiante, predecir alteraciones del ambiente que nos rodea y saber elegir el curso de la acción más adecuado. En otras palabras, debemos crear un *modelo dinámico de la situación.* Este modelo abarca toda la información necesaria para desempeñar adecuadamente una tarea, los procesos que nos permiten percibir y comprender dicha información y su uso para predecir lo que sucederá en el futuro próximo. Al resultado de mantener activa esta representación dinámica se le ha denominado "consciencia situacional".

El sentido común nos dice que la consciencia situacional consiste en damos cuenta y comprender la situación actual, y su evolución temporal, con la finalidad de adoptar las decisiones más apropiadas y las acciones más eficaces. Así, un conductor debe ser consciente del estado de la carre-

tera, de la presencia de otros vehículos u obstáculos y de la variabilidad en el volumen de tránsito en el área por la que circula, con objeto de decidir si cambia de carril o realiza un adelantamiento. No en vano, dos de las causas más importantes de accidentes de tráfico -inapropiada vigilancia del entorno e inatención- son fallos en el mantenimiento de una óptima consciencia situacional (Treat et al., 1979). Lamentablemente, muchos conductores no vigilan apropiadamente lo que sucede delante y detrás de su vehículo, ni tampoco controlan los cambios en el tráfico circundante ni en las condiciones ambientales. Por este motivo, se dice que la habilidad para realizar cambios atencionales al volante es un buen predictor de la destreza del conductor (Elander, West y French, 1993).

Tal como expondremos en el siguiente apartado, la consciencia situacional precisa de la atención, de la memoria operativa y de la memoria a largo plazo, aunque no se reduce a ninguno de estos procesos. Esencialmente, consiste en percatarnos de que estamos prestando atención a la información relevante que, a su vez, es interpretada y mantenida gracias a la actuación de la memoria operativa y de la memoria a largo plazo. Además, la consciencia situacional puede ser disociada de la respuesta emitida: en ocasiones, la consciencia situacional opera en un plano inconsciente, lo que no es inconveniente para que las respuestas se emitan adecuadamente, como cuando un conductor se da cuenta de que no puede recordar nada de lo ocurrido a lo largo de un tramo de carretera recorrido, aunque su conducción haya sido adecuada.

5.1. Consciencia situacional y memoria

Todos aquellos elementos del ambiente a los que atendemos pasan a formar parte de nuestra consciencia situacional (Jones y Endsley, 1996). Dado que la consciencia situacional implica seguir el rastro de los eventos y objetos del ambiente, tiene sentido pensar que la memoria operativa pueda desempeñar un importante papel en su mantenimiento. Esta hipótesis ha sido comprobada con conductores (Gugerty, 1997). Para detectar el nivel de consciencia situacional, se generaron situaciones viales peligrosas en un simulador de conducción y se evaluó la respuesta de los conductores ante las mismas. Por ejemplo, una situación incluía la presencia de "vehículos peligrosos" que interferían con la ruta del conductor y que exigían a este

realizar una maniobra lateral para evitar la colisión. Otra situación de riesgo incluía el "ángulo muerto" de los retrovisores (la zona lateral del vehículo que no se visualiza por los retrovisores). Los conductores tuvieron que ser conscientes en todo momento del tráfico circundante para saber si un coche podía estar situado en un ángulo muerto, antes de que pudieran maniobrar lateralmente con objeto de evitar a un vehículo peligroso en su ruta. Dado que el experimento se realizó en un simulador, el número de colisiones fúe utilizado como medida de la consciencia situacional. A su vez, como medida de memoria, se solicitó a todos los sujetos que, tras cada ensayo de conducción, intentaran recordar sobre un croquis el número exacto y la posición de los vehículos de la carretera. Como era de esperar, los resultados mostraron altas correlaciones entre esta prueba de memoria y el adecuado desempeño en la conducción, lo que demuestra la importancia de la memoria operativa en el mantenimiento de la consciencia situacional. Esta elevada correlación entre memoria y desempeño sugiere que sólo aquella información a la que prestamos atención, y de la que somos conscientes, influirá en nuestra consciencia situacional. Las personas, por norma general, no actuamos al volante a modo de "piloto automático", pues la atención es vital para seleccionar y recordar la información relevante.

En definitiva, la relación entre consciencia situacional y memoria es directa, pues la primera se debilita progresivamente conforme la memoria falla, y a la inversa (Wickens y Hollands, 2000). Algunas observaciones obtenidas en el trabajo de simulación anterior son coherentes con esta afirmación: cuando la carga de memoria de los conductores fue excesiva, dificultando el recuerdo sobre el croquis, éstos tendían a focalizar su atención exclusivamente en el coche delantero (Gugerty, 1997). Hallazgos de esta naturaleza, unidos a que los lapsus atencionales y los fallos para redirigir correctamente la atención son la causa principal de accidentes (Treat et al., 1979), sugieren que los conductores podrían beneficiarse de sesiones especiales de entrenamiento que reforzaran sus capacidades exploratorias en condiciones de alta carga.

Si la memoria operativa desempeña una importante misión en el mantenimiento de la consciencia situacional, es obvio que la *memoria a largo plazo* resulta igualmente necesaria. Uno de los supuestos básicos del desempeño experto es que depende enormemente de la memoria a largo plazo (Proctor y Dutta, 1995). Un experto tiene un conocimiento abstracto de lo que se espera en la tarea, así como un repositorio de experiencias previas bajo condiciones análogas que pueden ser utilizadas en la situación actual.

Tal vez, lo más relevante es que los expertos en diversas actividades (conductores, pilotos, ajedrecistas...) exhiban capacidades que les permiten codificar rápidamente la información en la memoria a largo plazo y recuperarla muy eficazmente[5]. Por este motivo, la actuación de un experto descansa en gran medida en la memoria a largo plazo, evitando el uso de los recursos de la memoria operativa, que pueden ser dedicados a otras tareas. El experto dispone de un *modelo mental* de la situación que permite dirigir la atención hacia aquellos aspectos más relevantes, lo que le facilita la interpretación y almacenamiento de la información relevante.

Sin embargo, los modelos mentales tienen su lado oscuro. Ciertos trabajos han puesto de manifiesto que el 18% de los errores por pérdida de consciencia situacional, en pilotos de aerolíneas, fueron debidos a una confianza excesiva en un modelo mental pobre o inadecuado, o a que la información incoherente con el modelo mental fue ignorada a favor de una interpretación coherente (Jones y Endsley, 1996). Otra característica del experto, como es el conocimiento de un dominio concreto, se refleja también en la consciencia situacional: las personas que muestran un alto grado de consciencia situacional en un ámbito determinado (p. ej.: pilotando) no necesariamente tienen por qué exhibir la misma buena consciencia situacional en otros contextos diferentes (p. ej.: conduciendo).

5.2. Consciencia situacional y carga mental

Aunque la consciencia situacional se puede resentir cuando la carga mental es tan elevada que impide el procesamiento de la información relevante, y también cuando la carga es muy baja y disminuye la capacidad de vigilancia, la realidad es que consciencia situacional y carga son constructos independientes (Endsley y Kiris, 1995). Así, alterar el diseño de un ambiente de trabajo con objeto de que la consciencia situacional mejore no necesariamente implica que se reduzca la carga mental, y viceversa. En una revisión de 15 estudios, en los que se evaluaron tanto la consciencia situacional como la carga mental, antes y después de la implementación de una nueva interfaz, se descubrió que la consciencia situacional mejoró en el 80% de los estudios, aunque sólo en el 47% se redujo la carga mental (Vidulich, 2000).

[5] Recuerde lo explicado en el capítulo 7, al exponer la teoría de la automaticidad de Logan inspirada en ejemplos.

5.3. Evaluación de la consciencia situacional

Los mismos criterios descritos para seleccionar una medida de carga mental (sensibilidad, capacidad de diagnóstico, fiabilidad, no invasividad, aceptación y facilidad de uso) se aplican, igualmente, para seleccionar las medidas de consciencia situacional. Las principales medidas utilizadas hasta la fecha son subjetivas, mediante autoinformes (uno de los más conocidos es la SART, *Situation Awareness Rating Technique,* Selcon y Taylor, 1990), y también conductuales, mediante técnicas de sondeo de memoria.

Las técnicas de sondeo de memoria, tales como las utilizadas por Gugerty en el estudio con conductores descrito antes, resultan muy sensibles para evaluar la consciencia de la situación, siempre que incorporen una amplia variedad de preguntas. Por ejemplo, la SAGAT (*Situation Awareness Global Assessment Technique,* Endsley, 1995a) es una técnica de sondeo de memoria para explorar la consciencia situacional. Se aplica en los periodos de pausa durante el desempeño de una tarea (generalmente en un simulador), y se preguntan diversas cuestiones sobre la percepción de la situación experimentada. La SAGAT precisa de un profundo análisis de la tarea para identificar las metas generales de una actividad particular, así como también de las submetas que permiten alcanzarlas. Las preguntas formuladas durante las pausas en el simulador se relacionan con estas metas y submetas. Para un controlador aéreo, por ejemplo, su meta general es evitar errores y colisiones, garantizando la operativa segura de las aeronaves, mientras que las submetas se refieren a recopilar la información precisa sobre cada uno de los aviones controlados. Algunas preguntas utilizando la SAGAT podrían requerir, por ejemplo, información acerca de la velocidad o del rumbo de un avión concreto en el espacio aéreo controlado.

5.4. Mejorando la consciencia situacional

A veces, la incorporación de ciertos factores en una tarea, que se supone ayudarán a mejorar el desempeño, pueden paradójicamente tener una influencia negativa sobre la consciencia situacional. Por ejemplo, algunos *displays* de presentación visual, diseñados para mejorar el desempeño ante tareas rutinarias, puede que no muestren toda la información que necesita

el operador para mantener una adecuada consciencia de la situación (Wickens, 1999). De forma semejante, incorporar una automatización en un proceso de control puede mejorar el desempeño y reducir la carga de trabajo, aunque paradójicamente empeorar la consciencia situacional (Sarter y Woods, 1995).

Un ámbito de investigación interesante tiene que ver con el mantenimiento de una consciencia situacional en equipos colectivos de trabajo. Este tema es muy importante, pues muchas de las tareas que pueden verse afectadas negativamente por una falta de consciencia situacional dependen de los esfuerzos combinados de un equipo (p. ej.: pilotar un avión, gobernar una embarcación o manipular productos químicos). La consciencia situacional del equipo depende de la existencia de un *modelo mental compartido* que permita, a todos sus miembros, anticipar las acciones de los compañeros y disponer de un panorama preciso de la situación (Salas y Cannon-Bowers, 1997). Este modelo compartido se puede conseguir mediante un *entrenamiento cruzado,* en el que todos los miembros del equipo reciben información y entrenamiento en las tareas asignadas al resto. Esta estrategia, además de permitir que el equipo disponga de un conocimiento de respaldo en el caso de ausencia de un miembro, contribuye a desarrollar mecanismos mucho más eficientes de comunicación, lo que redundará en una mejora del desempeño (Volpe et al., 1996). Además del entrenamiento cruzado, los equipos que realizan su tarea en situaciones de alta carga mental se pueden beneficiar de entrenamientos especiales que les capaciten para reconocer condiciones de elevado estrés y adaptar su conducta a las mismas. Una de estas estrategias adaptativas que debiera entrenarse consiste en anticipar la información que otros compañeros van a necesitar (Entin y Serfaty, 1999).

El análisis de incidentes aéreos apunta a que, en casi la mitad de los errores cometidos, subyace una pérdida de consciencia situacional (definida como falta de consciencia temporal, espacial o de los instrumentos de vuelo; Pew, 1995). En los aviones comerciales con dos pilotos (un comandante y un primer oficial que se turnan pilotando el avión) los incidentes por pérdida de consciencia de la situación son más susceptibles de ocurrir cuando pilota el comandante que cuando lo hace el primer oficial (Jentsch et al., 1999). El descubrimiento de que el comandante tiene mayor probabilidad de desorientarse cuando tiene el control de la aeronave es, paradójicamente, contrario al hecho de que la participación directa sobre el control de un sistema tiende a incrementar la consciencia situacional (Sarter y

Woods, 1995). Sin embargo, existe una explicación sobre esta aparente paradoja. El comandante tiene como responsabilidad primaria la gestión del vuelo y la toma de decisiones, y está más dedicado a la tarea de integrar la información y evaluar la situación. Por lo tanto, cuando pilota el avión, aquellos recursos mentales que se deben destinar a recopilar y transmitir información son, en su lugar, ocupados por la tarea de pilotaje. Por esta razón, se dice que la mejor manera de incrementar la consciencia situacional de la tripulación de cabina en una aeronave, bajo situaciones de emergencia, puede consistir en que el primer oficial tome los controles de pilotaje y "que el comandante se siente en el asiento del primer oficial"[6].

ó. El error humano

El error es algo inherente a la acción. De hecho, los principios que lo gobiernan son los mismos que rigen la conducta experta. Piense, por un momento, la multitud de ocasiones en las que usted ha pretendido realizar una acción y ha terminado realizando algo diferente. Por ejemplo, abrir un paquete de té y, en lugar de verter el producto en el filtro o infusor, verterlo directamente en el interior de la tetera. Observe que, estrictamente, la acción motora se ha ejecutado correctamente (verter el producto), aunque el destino de la acción es inadecuado (la tetera, en lugar del infusor). Reason (1979) fue uno de los primeros investigadores que describió sistemáticamente este tipo de errores, a los que denominó "lapsus o deslices de la acción" *(slip of action).* Sostuvo que este tipo de errores son debidos a que muchas de nuestras conductas se ejecutan con cierto grado de automaticidad, sin control atencional consciente. Es decir, estos lapsus de la acción aparecen por la manera en la que se ha automatizado una acción determinada.

Aunque gran parte de nuestra conducta está bajo control consciente, y se adapta a los cambios ambientales en función de la retroalimentación recibida, son numerosas las acciones que se ejecutan siguiendo "programas

[6] Es una expresión irónica en el ámbito de la aviación. Se refiere a que el comandante pase a ser jerárquicamente el segundo de abordo, dedicándose a integrar la información, y que el primer oficial pilote la aeronave.

motores". Un programa motor consiste, esencialmente, en un *conjunto de órdenes musculares que se activan antes de realizar una acción, consiguiendo que nuestra conducta transcurra ajena al control.* Los comportamientos originados por la activación de un programa motor se ejecutan a modo de "bucle abierto", es decir, sin estar sometidos a una retroalimentación que los controle o moldee. Estas conductas contrastan con aquellas otras emitidas bajo control consciente, que se ejecutan a modo de "bucle cerrado", debido a que el control atencional cierra el bucle percepción-acción del procesamiento (véase figura 8.6). En definitiva, un programa motor es una disposición a ejecutar una acción concreta. En el ejemplo anterior, un programa motor erróneo fue el responsable de que las hojas de té acabaran en el contenedor equivocado.

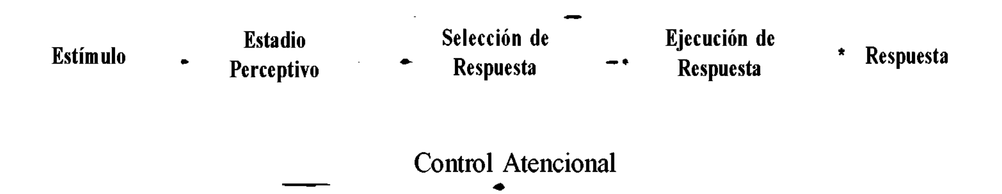


Figura 8.6. El modelo básico de tres estadios de procesamiento ampliado con un bucle cerrado de control atencional.

Reason (1979) recopiló un amplio catálogo de deslices de la acción (en dos semanas sus 35 sujetos cometieron más de 400 lapsus) y los categorizó conforme al tipo de fallo cometido en el procesamiento. Así, poner crema de afeitar en un cepillo de dientes fue clasificado como un fallo en la discriminación; desenvolver un caramelo, arrojarlo a la papelera y llevar a la boca el envoltorio correspondió a un error de ensamblaje del programa, en el que dos acciones de la secuencia se transponen. Otros errores parecen deberse a un fallo en el control del progreso de la acción, como cuando vamos al dormitorio a ponernos una ropa más cómoda y, en su lugar, acabamos con el pijama puesto para meternos en la cama. Este último tipo de error ilustra magistralmente la idea de Reason respecto a la ausencia de control atencional sobre el programa motor. En este caso, la acción de la persona es capturada por el contexto del dormitorio, de manera que se activa el programa motor más poderoso y adecuado para la situación: disponerse para ir a la cama. En el caso de la tetera, el programa motor más habitual y poderoso de verter agua en el interior del recipiente

no es plenamente desactivado y sustituido por el correcto, aunque menos habitual, de rellenar el infúsor con las hojas de té.

En conclusión, los deslices de la acción suelen ocurrir durante la ejecución de comportamientos rutinarios, muy practicados, que operan bajo control de bucle abierto (Reason, 1979). Estos lapsus son debidos a fallos atencionales, bien porque mantenemos el plan de acción equivocado (el caso de la tetera) o bien porque concentramos en exceso nuestra atención en elementos equivocados de un plan o del ambiente (el caso del dormitorio). No en vano, desde antaño se ha sugerido que prestar demasiada atención a conductas rutinarias puede llegar a alterarlas (Freud, 1922), y a su vez prestar poca atención también puede generar errores.

6.1. Inicio y mantenimiento de un plan de acción

El trabajo sobre los lapsus de la acción de Reason (1979) sirvió como fundamento para que otros autores, como Norman (1981), elaborasen una teoría sobre cómo nuestra intención de ejecutar una acción se representa cognitivamente y dirige la conducta. Mientras que Reason dedicó su esfuerzo a explicar los deslices de la acción, en términos de fallos atencionales para controlar los programas motores, Norman elaboró una teoría para explicar las acciones a partir de la activación de esquemas.

Un *esquema* es un procedimiento generalizado para realizar una acción, que abarca programas motores y reglas de selección de dichos programas (desencadenantes). Cualquier acción compleja requiere la puesta en marcha de un número determinado de esquemas, que deben ordenarse adecuadamente y activarse en el momento oportuno. Las acciones complejas están gobernadas por un esquema de alto nivel. Una vez que este esquema padre es activado, los esquemas de más bajo nivel, que controlan las partes componentes de la acción, se inician automáticamente. En definitiva, nuestra intención de ejecutar una conducta equivale a activar un esquema de alto nivel, aunque el control atencional sólo va a ser necesario en determinados momentos críticos.

Dado que pueden ser varios los esquemas que se activen en un momento determinado, se hace necesaria la presencia de algún mecanismo atencional que decida cuál es el esquema más adecuado para la tarea en curso. Una vez activo, la conducta transcurre automáticamente. Por

ejemplo, la mayoría de los conductores disponen del esquema "conducir desde el trabajo a casa". Una vez activo, cualquier desviación del mismo, tal como "pasar por la tintorería" de camino para recoger prendas, requerirá un subesquema separado que deberá, a su vez, activarse en el momento oportuno. Así, una vez activado el primer esquema, la tarea de conducir ocurre de forma más o menos automática. Sin embargo, debemos prestar atención en el momento exacto para activar el subesquema de desviarnos a la tintorería, pues si la activación no fuera la suficiente

Tabla 8.2. Taxonomía de los deslices de la acción

Deslices debidos a errores en la formación de intenciones:
Errores en el establecimiento de metas o en la cognición
- *Errores de forma:* errónea clasificación o interpretación de la situación.
- *Errores de descripción:* ambigua o incompleta especificación de las intenciones.

Deslices que resultan de una incorrecta activación de esquemas:
Deslices por activación no intencional (activación de esquemas que no son parte del plan de acción actual)
- *Errores de captura:* el control de la acción es capturado por un esquema mejor aprendido, aunque inadecuado para la situación.
- *Activación dirigida por estímulos:* esquemas activados inadecuadamente por eventos externos.
- *Activación asociativa:* activación inadecuada de un esquema por influencia del esquema actualmente activo.

Pérdida de activación
- Olvidar un propósito o intención (pero continuar realizando la acción).
- Ordenar erróneamente los componentes de una secuencia de acción.
- Obviar ciertos pasos de una secuencia de acción.
- Repetir pasos en una secuencia de acción.

Deslices debidos a un fallo para desencadenar esquemas:
Falsos desencadenamientos: se desencadena el esquema adecuado aunque en un momento inapropiado:
- Trueque: inversión de los componentes del evento.
- Mezcla: combinación de los componentes de dos o más esquemas que compiten entre sí.
- Pensamientos que conducen a acciones: desencadenamiento de esquemas sólo por el pensamiento, pero no ejecutados.
- Desencadenamiento prematuro.

Fallo en el desencadenamiento: el esquema adecuado no se desencadena debido a:
- Una acción es evitada por la existencia de esquemas que compiten.
- Hay insuficiente activación debida a olvido o un nivel muy bajo de activación inicial.
- La condición desencadenante no se ajusta debido a una insuficiente o carente especificación.

en ese preciso momento, el esquema prioritario de "conducir a casa" prevalecería y olvidaríamos recoger nuestra ropa. A título ilustrativo, la tabla 8.2 resume los principales tipos de deslices de la acción que se deben a errores en la formación de intenciones, así como en la activación y puesta en marcha de los esquemas.

En definitiva, en el modelo de Norman todas las acciones se fundamentan en esquemas; los esquemas sólidos y bien aprendidos se entiende que permanecen latentes a la espera de que aparezca el conjunto de condiciones propicias o desencadenantes que los activen. El control atencional actúa desde el momento en que tenemos la intención de ejecutar una conducta hasta la activación del esquema correspondiente. Pero una vez que se ha activado un esquema, la atención ya no es necesaria para ejecutar la acción. De hecho, la atención ni siquiera es capaz de controlar la acción a partir de ese punto, ya que el control atencional consciente es mucho más lento que lo que ocupa disparar los programas motores de una acción o destreza ya aprendida. Este supuesto de que la atención no está involucrada en la ejecución de conductas rutinarias o expertas está refrendado por el hallazgo de que el control deliberado de una conducta experta puede llegar, incluso, a deteriorar su desempeño.

6.2. El dirimidor y el sistema atencional supervisor (SAS)

Norman y Shallice describieron un modelo para explicar cómo se activan los esquemas[7]. Esta activación depende de la participación de dos sistemas diferentes: *el dirimidor de conflictos* y el *sistema atencional supervisor* (SAS).

En la figura 8.7 se observa que un primer mecanismo básico de control de los esquemas es el *dirimidor de conflictos.* Este es un proceso relativa-

[7] El modelo de Norman y Shallice admite que la mayor parte de conductas transcurren ajenas al control consciente, una vez que el esquema de acción que las rige ha sido activado. El problema surge cuando dos esquemas entran en conflicto entre sí, o uno de mayor activación debe ser inhibido a favor de otro con menor activación. Por ejemplo, imagine la tarea Stroop de palabras y colores. En este caso el esquema de mayor activación (leer la palabra) debe ser inhibido para que el esquema más débil se active y sea el que controle la conducta (nombrar el color). Esta última tarea exige participación del SAS.

mente pasivo, cuya finalidad es ordenar los esquemas almacenados en la memoria según su nivel de activación. Su operativa se fundamenta en las conexiones excitatorias e inhibitorias que tienen los esquemas entre sí. Por ejemplo, el esquema "atarnos los cordones de los zapatos" podría tener conexiones excitatorias con otros esquemas relacionados con el control preciso de nuestras manos, pero inhibitorias con el esquema que activaría la conducta de bajarnos el dobladillo de los pantalones. La puesta en marcha de un esquema depende de la presencia de "*desencadenantes*", es decir, un esquema no sólo incluye un programa motor sino también reglas (desencadenantes) que rigen su activación. Por lo tanto, la activación de un esquema requiere superar un umbral, así como la presencia de unas condiciones desencadenantes. Son precisamente estos desencadenantes los que, a veces, explican algunos lapsus de acción descritos antes: cuando las intenciones no son mantenidas activamente (nos despistamos), un esquema equivocado (ponernos el pijama) puede activarse por el mero hecho de que las condiciones desencadenantes están presentes en el ambiente (la cama).

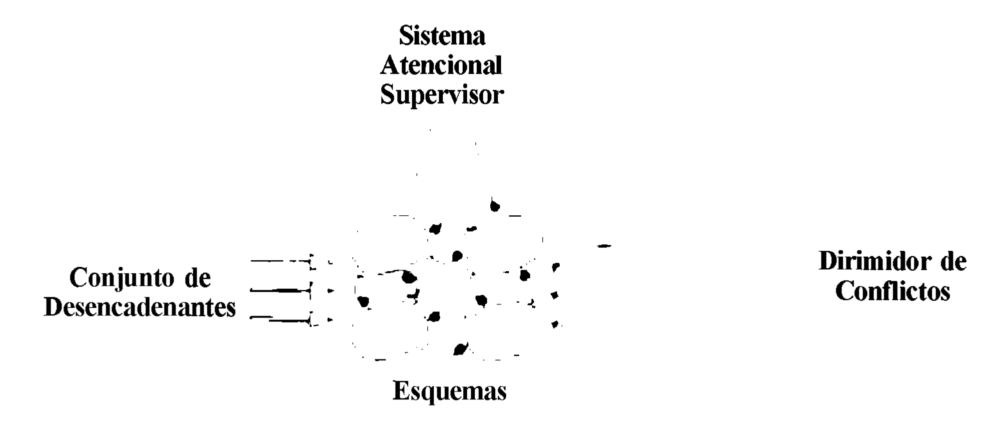


Figura 8.7. Modelo de control de la acción de Norman y Shallice (1986). Los puntos pequeños negros representan conexiones excitatorias y las líneas cortas conexiones inhibitorias.

Sin embargo, al margen de este mecanismo abajo-arriba, los mecanismos arriba-abajo también van a desempeñar un importante papel en la activación de esquemas y en el control de la acción. En el modelo de Norman y Shallice, este control arriba-abajo es ejercido por el *sistema atencional supervisor* (SAS). El SAS opera modulando la influencia del dirimidor de conflictos en situaciones en las que se debe realizar una acción más atípica, en lugar de otra más familiar. Veamos con más detalle la operativa del SAS.

Cuando no existe un esquema definido que subyaee en una acción concreta -p. ej., ante una tarea novedosa o ante una tarea muy compleja- el dirimidor de conflictos, por sí mismo, es incapaz de dirigir la conducta ordenando apropiadamente los esquemas. En estas situaciones, se precisa de un control adicional de alto nivel; este control es ejercido por el SAS. El SAS puede modificar la activación o inhibición de los esquemas, pero lo que no puede hacer es seleccionarlos directamente. Es decir, el ordenamiento de los esquemas corresponde siempre al dirimidor, siendo la misión del SAS la de sesgarlos, inhibiendo algunos y activando otros.

Norman y Shallice contemplan el SAS como un sistema de control, a cuyo resultado le suelen denominar "atención". En esencia, la activación ejercida por el SAS consiste en dirigir la atención hacia aquellos esquemas relevantes. Si la activación atencional impuesta por el SAS se elimina, la activación de un esquema vuelve a su valor previo. Por ejemplo, quedarnos con la mente en blanco, tal como sucede cuando olvidamos el motivo por el que hemos ido a nuestra habitación, o cuando olvidamos qué es lo que estábamos buscando, es un fallo ocasionado por una incapacidad para mantener nuestro SAS operativo: si nos falla el SAS, perdemos de vista los objetivos y metas de la conducta, que dejan de ser atendidos, decayendo la activación de los esquemas relevantes que dirigían nuestro comportamiento.

Pero también, resistirse a realizar una conducta tentadora o evitar cometer acciones aversivas requieren la intervención del SAS. La participación del SAS cuando debemos resistirnos a una tentación ha llevado a Norman y Shallice a proponer que el SAS es una especie de *personificación de la voluntad.* Por ejemplo, aunque por actuación del SAS pretendamos guardar la botella de cerveza hasta que llegue un amigo, un lapsus atencional inconsciente puede conseguir que caigamos en la tentación y que nuestro amigo no tenga ocasión de saborearla. Precisamente, para evitarlo, disponemos del SAS, que impide la realización de una conducta no adecuada o de un mal hábito.

En conclusión, el control de la acción descrito por Norman y Shallice guarda estrecha correspondencia con la distinción entre procesamiento controlado y automático, expuesta en el capítulo 7 (Schneider y Shiffrin, 1977). En cierta medida, la ejecución automática de una acción puede considerarse como su modo de operación por defecto, pues la mayor parte del comportamiento sucede demasiado rápidamente como para ser producto de la deliberación consciente. La atención se necesitaría, solamente, para

iniciar nuevos procesos o para superar el procesamiento automático. Estos recursos atencionales deliberados se utilizarían cuando una acción familiar debe sustituirse por otra acción poco familiar. Así, las tareas que requieran planificación, toma de decisiones o resolución de problemas, aquellas otras aprendidas deficientemente o que contengan secuencias nuevas de actuación, que sean difíciles o peligrosas, y también las acciones que impliquen evitar una tentación o superar respuestas habituales interiorizadas, todas ellas precisarán de un control atencional consciente y, en consecuencia, no podrán ser ejecutadas automáticamente.

Finalmente, si el SAS no funciona adecuadamente, como sucede en personas con daño en el córtex frontal, se pueden manifestar dos tipos de alteraciones: perseveración (incapacidad para cambiar la acción o meta actual por otra más apropiada) y conductas distraídas o desorganizadas. Sin la actuación del control atencional ejercido por el SAS, puede suceder que los esquemas más robustos permanezcan activos demasiado tiempo, de manera reiterada, lo que explicaría las conductas perseverativas. Pero también puede suceder que varios esquemas que han alcanzado una activación similar compitan por el control del comportamiento, causando así conductas desorganizadas.

Resumen

Una manera de contemplar la atención es considerarla como un conjunto (único o múltiple) de recursos limitados. Cuando las demandas exceden la disponibilidad de recursos, el desempeño se resentirá y tendremos que decidir cómo los distribuiremos entre las diversas tareas. Evaluar las demandas impuestas por una tarea, en términos de recursos necesarios para ejecutarla, es importante pues permite determinar si la carga mental que requiere se adecúa a unos límites de desempeño tolerables. Empleando técnicas, que van desde los cuestionarios a registros de variables fisiológicas, los diseñadores de sistemas y productos, los encargados de implementar programas de entrenamiento o los investigadores de accidentes evalúan las demandas cognitivas a las que ha tenido que enfrentarse un operador para realizar una tarea.

La consciencia situacional va más allá de la carga mental y tiene que ver con la comprensión que un operador tiene de los aspectos dinámicos de una

situación. La consciencia situacional implica mantener un modelo dinámico que requiere atender apropiadamente a las claves relevantes del ambiente, claves que deben ser actualizadas continuamente según se modifican.

Bien por un exceso de carga mental, bien por una infraestimulación o simplemente por distracción, el error humano es una dimensión inherente al mismo desempeño humano, tanto en situaciones cotidianas, como en aquellas otras más excepcionales caracterizadas por la existencia de ambientes con sobrecarga estimular. El error sucede cuando un lapsus atencional activa un plan de acción inadecuado. Por lo tanto, la presencia de un control atencional es vital para coordinar metas y acciones, especialmente cuando nuestra conducta se desvía de lo rutinario.

Ejercicios

1. ¿Qué se entiende por carga mental? Ante una misma tarea, ¿es la carga igual para todas las personas?
2. Distinga entre sí el modelo de recurso único y el de los recursos múltiples.
3. ¿Qué es la protección del desempeño? ¿Qué problemas tiene su presencia para detectar la carga mental de un operador y qué alternativas existen?
4. Describa un hipotético trabajo para medir la carga mental utilizando una metodología de tarea secundaria.
5. ¿Qué es una curva POC?
6. Explique algún trabajo que haya vinculado la consciencia situacional con la memoria operativa.
7. Según Reason, ¿a qué son debidos los errores humanos? ¿Qué es un programa motor?
8. Explique el modelo de Norman y Shallice para el control de la conducta: ¿qué es un esquema? ¿Qué es el dirimidor de conflictos? ¿Y el SAS?

ANEXO I

Glosario de términos

Antonio Crespo, Raúl Cabestrero,
Marcos Ríos y Pilar Quirós
Facultad de Psicología, UNED

Abajo-arriba, procesamiento (*Bottom-up*): Se refiere a que el procesamiento y los cambios atencionales se ejecutan automáticamente, dirigidos por propiedades y rasgos físicos del estímulo presentado. Por ello, se denomina también procesamiento guiado por el estímulo *(stimulus-driven processing).* Ver también "arriba-abajo".

Acromatopsia: Pérdida selectiva de la visión en color por una afección de los conos.

Agnosia visual: Incapacidad para reconocer objetos presentados visualmente.

Akinetopsia: Dificultad para percibir el movimiento de los objetos.

Algoritmo: Método de resolución de problemas que explora todas las posibilidades y encuentra siempre la solución, pero a costa de invertir un tiempo considerable. Ver también "heurístico".

Amnesia: Trastorno en el funcionamiento de la memoria. [2]...anterógrada: cuadro caracterizado por dificultades en la retención inmediata de la información presentada, aunque el recuerdo de hechos pasados se mantiene relativamente intacto. [3]...retrógrada: cuadro caracterizado por el olvido de experiencias anteriores a la lesión, pero con capacidad para el recuerdo de la información presentada de forma inmediata.

Arousal, **nivel de:** Genéricamente, el *arousal* hace referencia al de activación general -fisiológica y psicológica- que exhibe el organismo en un momento determinado. Oscila desde un extremo de coma o sueño profundo hasta otro de excitación máxima. Fisiológicamente, tiene estrechas relaciones con la formación reticular, el SNA y el sistema endocrino. Representa un mecanismo

atencional básico que determina la eficacia de otros mecanismos atencionales y de la capacidad cognitiva general.

Arriba-abajo, procesamiento *(top-down):* Se refiere a que el procesamiento y los cambios atencionales se ejecutan bajo control del sujeto, de forma volitiva en función de expectativas cognitivas, requisitos de la tarea y/o metas planteadas. Por ello, se denomina también procesamiento guiado conceptualmente o por metas *(goal-driven processing).* Ver también "abajo-arriba".

Asincronía en la presentación de los estímulos: Ver SOA.

Ataxia óptica: Falta de capacidad para coger con precisión los objetos, no por un déficit sensorial o motor, sino debido a una deficiente coordinación entre ojo y mano.

Atención abierta (*overt attention*): El foco atencional y los receptores sensoriales se orientan hacia la misma fuente de interés. Por ejemplo, mirar al interlocutor al que estamos atendiendo, o prestar atención a los contenidos del libro que estamos leyendo. Ver también "atención encubierta".

Atención *crossmodal:* Alude a las interacciones que se producen entre diferentes modalidades sensoriales durante el control de la atención. En ocasiones, los efectos conjuntos de presentar estímulos de modalidades sensoriales distintas (p. ej.: visión y audición) son diferentes a la presentación por separado de cada uno de los estímulos unimodales (visual y auditivo). A este efecto se le denomina "facilitación *crossmodaF*

Atención dividida: Se refiere a la actividad, mecanismos u operaciones que permiten al organismo dar respuesta ante múltiples demandas del ambiente. Se trata de atender a diversas fiientes de información simultáneamente. Ver también "atención selectiva" y "atención sostenida".

Atención encubierta *(covert attention*): El foco atencional y los receptores sensoriales se disocian. Por ejemplo, simular que estamos leyendo un libro cuando realmente estamos prestando atención a la conversación que mantienen dos personas a nuestra espalda. Ver también "atención abierta".

Atención endógena: Hace referencia a los desplazamientos atencionales controlados intencionalmente por el sujeto. Ver también "atención exógena".

Atención exógena: Hace referencia a los desplazamientos atencionales reflejos ocasionados por la presencia súbita de estímulos ambientales. Ver también "atención endógena".

Atención selectiva: Se refiere a la actividad, mecanismos u operaciones que permiten al organismo procesar sólo una parte de toda la información a la que está expuesto. Se trata de atender a la información relevante e ignorar la irrelevante. Ver también "atención dividida" y "atención sostenida".

Atención sostenida: Se refiere a la actividad, mecanismos u operaciones que permiten al organismo mantener el foco atencional y permanecer alerta ante la presencia de determinados estímulos durante períodos de tiempo relativamente largos. Ver también "atención selectiva" y "atención dividida".

Attentional pop-out: Ver "saliencia atencional".

Attentional set **(disposición atencional):** Alude a una expectativa, actitud o tendencia a responder ante el estímulo de una determinada manera, de tal modo, que el mecanismo atencional favorecerá la selección de la información coherente que facilite la respuesta. Por ejemplo, presentamos palabras de colores. A un grupo de sujetos les requerimos que identifiquen la palabra, mientras que a otros les pedimos que digan el color. La ejecución es buena cuando los sujetos realizan la tarea asignada (p. ej., identificar las sílabas), pero el rendimiento disminuye si, con posterioridad a la tarea, se les requiere, por ejemplo, nombrar los colores que habían percibido.

Automático, procesamiento: Tipo de procesamiento no consciente que no demanda control atencional. Ver también "procesamiento controlado".

Balance velocidad-precisión (*speed-accuracy trade-off):* Se refiere a las relaciones funcionales que existen entre la velocidad y la precisión de respuesta en un experimento. De forma genérica, esta relación es inversa: a mayor velocidad de respuesta disminuye la precisión de la misma. Por ejemplo, menores tiempos de reacción generan mayor número de errores. La función que representa el balance velocidad-precisión adopta una forma de S que representa los diversos puntos o niveles que puede adoptar el sujeto durante la ejecución de la respuesta.

Bindingproblem: Ver "problema de la integración".

Ceguera inatencional (*Inattentional blindness*): Incapacidad de percibir un estímulo que reside dentro del campo visual porque no se le está atendiendo.

Ceguera para el cambio (*Change blindness*): Incapacidad de percibir importantes cambios que se introducen en una escena cuando se introduce un breve intervalo en blanco o se distrae la atención.

Ceguera para la repetición (*Repetition blindness*): Incapacidad para detectar la repetición de un ítem en una serie de PRSV.

Cocktailparty, **fenómeno de la (fenómeno de la reunión o fiesta social):** Hace referencia a la capacidad de filtrar la información relevante e ignorar la irrelevante. Recibe su nombre por la analogía con lo que sucede en una reunión o fiesta social, en la que somos capaces de focalizar nuestra atención hacia nuestro interlocutor inmediato ignorando otras conversaciones, la música o el ruido del ambiente.

Conjunción ilusoria: Fenómeno que supone combinar equivocadamente características pertenecientes a dos objetos distintos en un único objeto. Por ejemplo, ante la presentación de una T roja y una H verde, indicar que se ha percibido una T verde o una H roja.

Conjunto de memoria: Ver "búsqueda, paradigma de".

Controlado, procesamiento: Tipo de procesamiento consciente que demanda control atencional. Ver también "procesamiento automático".

Coste por cambio: Utilizando el paradigma del cambio de tarea, es el incremento en la latencia de respuesta y/o errores que se ocasiona después de haberse producido una transición desde una tarea a otra. Este coste es producto de la actividad subyacente de reconfiguración o reconexión que se produce en diversos módulos o vías cerebrales con objeto de asegurar un adecuado desempeño ante la nueva tarea.

Crossmodalidad: Ver "atención *crossmodar.*

Declarativo, conocimiento: Es el conocimiento consciente de hechos o eventos que se pueden transmitir verbalmente. Corresponde al "saber qué". Ver también "procedimental, conocimiento".

Deslices de la acción *(slips of aciion):* Durante la ejecución de tareas rutinarias que se han automatizado, en numerosas ocasiones no somos conscientes de la realización de las acciones pertinentes. Incluso a veces, se pueden llegar a ejecutar conductas técnicamente correctas pero ante objetos inapropiados (por ejemplo, depositar la ropa sucia en el cubo de la basura en lugar de en la lavadora). Estos deslices sugieren la existencia de fallos en los mecanismos de supervisión y control de la acción.

Detectar: Se refiere a advertir la presencia o ausencia de un estímulo. Por ejemplo, advertir la presencia de una luz o sonido que se presenta. Ver también "identificar" y "discriminar".

Diagrama de flujo (flujograma): Representación gráfica en la que se muestra el paso de información a través de las diversas estructuras de un sistema de procesamiento, así como los diversos procesos de manipulación o selección que se aplican a la misma. Uno de los primeros modelos que se representó en términos de flujograma fue el modelo de filtro selectivo de Broadbent (1958).

Discriminar: Se refiere a percibir la diferencia entre dos o más estímulos. Ver también "detectar" e "identificar".

Disposición mental *(mental set):* Conjunto de expectativas que dispone un sujeto sobre la información que se va a recibir o la tarea que se va a realizar. Se elabora o modifica mediante procesos arriba-abajo obtenidos a partir de diversas fuentes: instrucciones suministradas, contexto en el que se ejecuta la tarea, familiaridad con la misma, etc.

Distractor, estímulo: El distractor o distractores (generalmente son varios) hace alusión a aquellos estímulos que, en una presentación estimular, aparecen simultáneamente junto con un *target,* pero que deben ser ignorados. Ver *target.*

Ecoica, memoria: Memoria sensorial de naturaleza auditiva que mantiene la información durante muy breves periodos de tiempo.

Efecto de compatibilidad de los flancos (ECF): Utilizando el paradigma de flancos, alude al hecho de que se responde más rápidamente a un *target* cuando los flancos son compatibles con la respuesta al *target* que cuando no lo son.

Enmascaramiento: Tiene por objeto interrumpir el procesamiento de un estímulo con objeto de asegurar que dicho procesamiento finalice coincidiendo con su desaparición. Por ejemplo, presentamos durante 100 ms un estímulo (6 letras dispuestas circularmente de las que el sujeto informa de la coloreada) seguidas de una máscara (multitud de líneas aleatorias superpuestas). La lógica es que la máscara suprime el procesamiento anterior -y evita las posibles postimágenes- por lo que aseguramos que el estímulo original ha sido expuesto y procesado en el tiempo de 100 ms. El enmascaramiento puede ser "retroactivo" (si la máscara aparece con posterioridad al estímulo) o "proactivo" (si la máscara aparece con anterioridad). Dependiendo de la naturaleza de la máscara, el enmascaramiento puede ser: a) por brillo: la máscara es un campo postestimular con un alto nivel de brillo; b) por patrón *(pattern masking)*: la máscara consiste en una disposición en la que se presentan rasgos estructurales análogos al estímulo (p. ej.: para enmascarar letras o palabras se presentan diversidad de líneas o rayas superpuestas); c) por ruido (*noise masking*): la máscara consiste en una disposición de elementos al azar que no tienen estructura y son difusos (p. ej.: multitud de puntos aleatorios entremezclados con líneas ocasionales); d) lateral (*lateral masking*): es un tipo característico en el que la máscara la ejercen otros ítems dispuestos al lado del estímulo relevante (p. ej.: detectar la A en la presentación HHHAHHH será más dificultoso que si apareciera en solitario).

Escotoma: Región ciega del campo visual.

Excentricidad visual: La excentricidad se refiere a la separación, en grados de ángulo visual, entre dos puntos del espacio respecto al ojo. Ambas líneas imaginarias que proyectan los puntos convergen en la fóvea, por lo que generan un ángulo. Por esta razón, la medida habitual de excentricidad es el *grado de ángulo visual* (g.a.v.).

Extinción visual: Trastorno atencional caracterizado porque el paciente, ante dos estímulos presentados simultáneamente en los hemicampos visuales, tiende a ignorar el estímulo contralateral a la lesión y reporta sólo el estímulo ipsilateral a la lesión. Paradójicamente, estos pacientes no tienen problemas para identificar un único objeto presentado visualmente en cualquiera de los dos hemicampos visuales. Sucede tras lesiones unilaterales, prioritariamente en los córtex parietal y occipital derechos.

Flujograma: Ver "diagrama de flujo".

Foco, metáfora del (*spotlight metaphor*): De forma análoga a un foco de luz emitida en una habitación oscura que permite ver exclusivamente la zona iluminada, sólo somos capaces de atender visualmente a las regiones del espacio hacia las que nuestro foco atencional se dirige.

Hemianopsia: Pérdida parcial de la visión en uno o ambos ojos que afecta a una de las mitades del campo visual. Ver también "visión ciega".

Heminegligencia visual (negligencia unilateral): Trastorno atencional caracterizado porque el paciente, aunque visualmente percibe objetos en la totalidad

del campo visual, es incapaz de atender al hemicampo contralateral a la lesión. La lesión habitual que la genera reside en el córtex parietal derecho y el hemicampo afectado es el izquierdo.

Heurístico: Método de resolución de problemas que explora sólo las alternativas más plausibles, por lo que no garantiza la resolución pero, en caso de producirse, ésta aparece rápidamente. Ver también "algoritmo".

Homúnculo: En filosofía de la mente, hace referencia a una entidad o agente cognitivo simbólico representado en forma de hombrecillo en el interior del cerebro, que percibe e interpreta el mundo. El problema es que, a su vez, el homúnculo necesita otro homúnculo para explicar sus actos, quien a su vez necesita otro homúnculo y así llegaríamos a una regresión *ad infinitum.* En psicología, se dice que una doctrina o teoría es homuncular cuando explica un fenómeno recurriendo al propio fenómeno, algo que en principio no es admisible. En psicología, los razonamientos homunculares aplicados a las teorías son útiles para descubrir fallos y debilidades en las mismas.

Icónica, memoria: Memoria sensorial de naturaleza visual de gran capacidad que mantiene la información durante muy breves periodos de tiempo.

Identificar: Se refiere a saber "qué" es un estímulo. Ver también "detectar" y "discriminar".

Igual-diferente, tarea: Ver "tiempo de reacción, tareas de".

Inhibición de retorno: Efecto caracterizado por una limitación en ubicar la atención en zonas o regiones visuales que ya han sido atendidas previamente.

Integración, problema de la (*Binding problem*): Hace referencia a la búsqueda de propuestas teóricas que expliquen la emergencia de un objeto o percepto significativo a partir de la combinación de diferentes atributos o rasgos que se representan distribuidamente en el cerebro (color, posición, forma, orientación, etc.).

Intervalo entre estímulos: Ver ISI.

ISI *(Inter Stimulus Interval):* Tiempo que transcurre entre la desaparición de un estímulo A y la aparición de otro posterior B. Ver también "SOA".

Limitado por los datos, procesamiento: Cuando a pesar de invertir un mayor número de recursos de procesamiento a una tarea el rendimiento no se ve afectado. Ver también "limitado por los recursos, procesamiento".

Limitado por los recursos, procesamiento: Cuando la modificación en el número de recursos de procesamiento asignados a la tarea afecta el rendimiento. Ver también "limitado por los datos, procesamiento".

Memoria a corto plazo (MCP): Sistema de memoria de capacidad limitada y que almacena la información de forma transitoria para satisfacer las necesidades de la tarea en curso. Su capacidad tradicionalmente se ha asociado con la del "intervalo de memoria inmediata", es decir, con el número de unidades de información (palabras, dígitos...) que somos capaces de recordar inmedia-

tamente tras una presentación. Esta cantidad fue estimada en 7±2 ítems (entre 5-9 ítems). Actualmente se entiende como memoria operativa (ver definición).

Memoria a largo plazo (MLP): Sistema de memoria que almacena la información de forma permanente y que dispone de capacidad ilimitada. Constituye nuestra base de datos en la que almacenamos todos los conocimientos adquiridos. Es el sistema al que nos referimos habitualmente cuando hablamos de la memoria en forma genérica.

Memoria de trabajo: Ver "memoria operativa".

Memoria declarativa: Sistema de memoria responsable del mantenimiento y recuperación del conocimiento declarativo. Es una forma consciente de memoria. Se suele disociar en dos componentes básicos: memoria episódica y memoria semántica (ver definiciones). Ver también "declarativo, conocimiento".

Memoria episódica: Sistema de memoria declarativa que contiene información vinculada con la experiencia personal del individuo (qué hicimos ayer, a quién vimos, cuándo viajaremos a París...). Ver también "memoria semántica".

Memoria explícita: Sistema de memoria que se manifiesta en tareas que exigen una recuperación consciente de la información. Por ejemplo, en tareas clásicas de recuerdo o reconocimiento. Ver también "memoria implícita".

Memoria implícita: Sistema de memoria que se manifiesta en tareas que analizan cambios en el rendimiento como consecuencia de la puesta en marcha de habilidades o conocimientos adquiridos con anterioridad, de los que no se exige una recuperación consciente e intencional. Por ejemplo, las tareas de *priming* son tareas de memoria implícita. Ver también "memoria explícita".

Memoria no declarativa: Sistema de memoria que alberga capacidades, habilidades, destrezas o conocimientos que influyen en la ejecución de una tarea, pero no son accesibles a la consciencia. Es una forma de memoria no consciente. Ver también "procedimental, conocimiento".

Memoria operativa (*Working memory):* Conjunto de procesos y componentes específicos de tratamiento activo de la información que permiten a las personas comprender y representar su ambiente inmediato. Es contemplada como una especie de escritorio mental en el que disponemos el conocimiento necesario para satisfacer las exigencias de la tarea ante la que nos enfrentamos en un momento determinado. En su formulación original estaba constituida por un ejecutivo central, acompañado de dos sistemas auxiliares: la agenda visoespacial y el bucle fonológico. Vea también "memoria a corto plazo MCP".

Memoria semántica: Sistema de memoria declarativa que contiene nuestro conocimiento general del mundo y del lenguaje (cuál es la capital de Francia, quién es el primer ministro portugués...). Ver también "memoria episódica".

Memory set: Conjunto de memoria. Ver "búsqueda, paradigma de".

Mental set: Ver "disposición mental".

Monitor léxico: Constructo utilizado en algunos modelos teóricos que incluiría tanto el conocimiento episódico (información física y ubicación) como el semántico (identidad) de un estímulo.

Negligencia unilateral: Ver "heminegligencia visual".

Paradigma experimental: Conjunto de procedimientos estandarizados que dirigen la realización de una investigación científica experimental. En el estudio de los procesos psicológicos, un paradigma es un modelo o patrón que define tanto la presentación de los estímulos a los participantes del experimento como la utilización de tareas específicas. Ver en el Anexo II diversos paradigmas experimentales utilizados por la psicología experimental de la atención.

Paralelo, procesamiento: Tipo de procesamiento en el que los ítems estimulares o sus dimensiones se procesan simultáneamente. Ver también "procesamiento serial".

Parpadeo atencional (*Attentional Blink*): En una tarea de PRSV, fenómeno en el que el procesamiento atencional de los ítems que siguen al *target* se dificulta durante un período entre 200 y 500 ms.

PDP: Ver "Procesamiento Distribuido en Paralelo".

Periodo refractario psicológico (PRP): En condiciones de doble tarea, alude al incremento del TR que se produce cuando en una tarea se exige emitir una respuesta antes de que las operaciones de selección de respuesta de la tarea previa hayan finalizado.

Preatencional, procesamiento: Conjunto de operaciones que tienen por misión analizar las características sensoriales básicas de los objetos (color, orientación, tamaño, curvatura, dirección del movimiento...) que se aplican de forma automática, no consciente y en paralelo en los primeros estadios del procesamiento visual. El procesamiento preatencional es previo a la integración o unificación de las características en objetos significativos por parte de un sistema de atención focalizada.

Priming, **efecto de:** Influencia positiva o negativa que un estímulo previamente presentado ejerce sobre otro posterior. Ver en el Anexo II la técnica de *priming.*

Procedimental, conocimiento: Es el conocimiento de usos, habilidades y destrezas, difícil de verbalizar porque no es accesible a la consciencia, manifestándose prioritariamente a través de la acción. Corresponde al "saber cómo". Ver también "declarativo, conocimiento".

Procesamiento de la Información: El enfoque del procesamiento de la información considera al ser humano de forma análoga a un canal que transmite información. Este enfoque entiende que desde la recepción de un estímulo *(input)* y la emisión de la respuesta *(output)* existen una serie de operaciones cognitivas que transforman progresivamente la información. Estos estadios de pro-

cesamiento acontecen uno tras otro, tal que el *output* de uno de ellos se constituye en el input del siguiente. La representación gráfica de los modelos de PI se suele realizar en forma de flujogramas.

Punto de fijación: En experimentos de atención y percepción visual, alude a una marca (generalmente un pequeño punto o cruz) a la que el sujeto debe mirar fijamente al inicio de cada ensayo experimental. Su función es la de mantener la mirada en una zona (el punto) común y constante para todos los sujetos, y que sirva de referencia a las manipulaciones experimentales de la investigación de que se trate.

Recurso-rendimiento, función de: Función que relaciona la cantidad de recursos asignados a una tarea con el rendimiento obtenido.

Recursos atencionales, enfoque de los: De forma genérica, el enfoque de los recursos constituye una aproximación alternativa a los modelos estructurales de selección temprana y tardía. Bajo este enfoque se considera la atención como una energía que debe distribuirse entre las tareas y actividades de procesamiento. El modelo de *recurso único* entiende que existe un recurso general unitario, de capacidad limitada, aplicable a todas las tareas. Por lo tanto, si la demanda de éstas excede la capacidad de recurso disponible entonces su desempeño se deteriora. Por su parte, los modelos de *recursos múltiples* entienden que no es adecuado entender la atención como un único recurso general, sino que consideran que existen recursos específicos para diferentes modalidades sensoriales, modos de codificación o formas de respuesta, de tal modo que una puede requerir cierto tipo de recursos (p. ej.: una tarea visual con respuesta manual) mientras otra puede utilizar otro tipo de recursos (p. ej.: una tarea auditiva con respuesta verbal). Suponen que, cuando dos tareas no comparten recursos, éstas se pueden desempeñar aisladamente, sin interferencia de una sobre la otra.

Respuesta de orientación: Respuesta atencional inespecífica, fácilmente habituable y extinguible, que se manifiesta ante la aparición de estímulos novedosos y/o significativos.

Sacádicos, movimientos: Son los movimientos oculares que habitualmente realizamos para dirigir la mirada hacia los objetos de interés con objeto de disponer su proyección en la zona de mayor agudeza visual (la fóvea). Cinéticamente, son los movimientos más rápidos del ojo, en los que existe una relación directa entre su amplitud y la velocidad pico alcanzada (pueden superar los 600°/sg). Es el movimiento más habitualmente estudiado en trabajos sobre atención visual abierta *(overt attention)*, pues es un indicador de las zonas de una escena hacia las que se dirige la atención.

Saliencia atencional, efecto de *(pop-up effect)*: En tareas de búsqueda visual, alude a la capacidad que tienen los ítems u objetos con propiedades exclusivas para emerger visualmente y atraer la atención de forma súbita entre el conjunto de distractores.

Selección postcategorial: Ver debate "temprano-tardío".

Selección precategorial: Ver debate "temprano-tardío".

Selección tardía: Ver debate "temprano-tardío".

Selección temprana: Ver debate "temprano-tardío".

Señal central (endógena, simbólica o indirecta): En una tarea de costes-beneficios aplicando la técnica de Posner, es aquella que necesita una interpretación cognitiva de su significado para controlar la atención. Ver también "señal periférica".

Señal periférica (exógena o directa): En una tarea de costes-beneficios aplicando la técnica de Posner, es aquella que no necesita de una interpretación cognitiva del significado y atrae automáticamente la atención hacia el lugar por ella ocupado. Ver también "señal central".

Serial, procesamiento: Tipo de procesamiento en el que los ítems estimulares o sus dimensiones se procesan uno tras otro. Ver también "procesamiento paralelo".

Simultagnosia: Dificultad para atender a más de un objeto a la vez.

Sistemas de producción: Ver producciones.

Slips of action: Ver "deslices de la acción".

SOA (S*timulus Onset Asynchrony*): Tiempo que transcurre entre la aparición de un estímulo A y otro posterior B. Ver también "ISI".

Target, **estímulo:** Estímulo objetivo. Vocablo inglés que se utiliza habitualmente para referirse al estímulo relevante o estímulo objetivo que debe ser atendido en un experimento. Frecuentemente, el *target* aparece entre otros estímulos irrelevantes, denominados distractores. Ver distractor.

Temprano-tardío, debate (*early-late debate*): Uno de los primeros debates en el estudio experimental de la atención residió en determinar en qué punto del procesamiento de la información se aplicaba un mecanismo de filtrado selectivo de la información; es decir, dónde se ubicaba el cuello de botella (*bottleneck*). Los modelos de selección temprana (por ejemplo, Broadbent, 1958) proponen que el proceso selectivo se produce en las primeras etapas de procesamiento y con anterioridad a la categorización semántica. Por esta razón, se denominan también modelos de *selección precategorial.* Los modelos de selección tardía (por ejemplo, Deutsch y Deutsch, 1963) proponen que la categorización semántica se aplica a toda la información entrante, aunque en etapas posteriores sólo una parte de ella es seleccionada y atendida. Por ello, son llamados también modelos de *selección postcategorial.*

Tiempo de reacción (TR): Tiempo que transcurre entre la aparición de un estímulo (E) y la emisión de la respuesta (R) correspondiente. Ver también "tiempo de reacción, tareas de".

Tiempo de reacción de elección, tarea de: Ver "tiempo de reacción, tareas de".

Tiempo de reacción de *go/no-go,* **tarea de:** Ver "tiempo de reacción, tareas de".

Tiempo de reacción simple, tarea de: Ver "tiempo de reacción, tareas de".

Transfer, **efecto de:** De forma genérica se refiere a la influencia que unos aprendizajes tienen sobre otros. En el ámbito del control del procesamiento, se refiere a cómo una destreza desarrollada en una situación beneficia al rendimiento en otra tarea similar pero nueva.

Vigilancia, estado de: La vigilancia alude a una disposición para detectar estímulos que ocurren de forma infrecuente y al azar. Las tareas de vigilancia suelen ser monótonas, pues implican detectar la presencia de un estímulo que acontece imprevisible y aleatoriamente a lo largo de amplios periodos de tiempo. Un fenómeno observado en tareas de vigilancia es el denominado *decremento de la vigilancia* o menoscabo del rendimiento del sujeto a partir de la primera media hora desde que se inició la tarea. Ver también, "sostenida, atención" y "vigilancia, tareas de" en el Anexo **II.**

Visión ciega: Alteración ocasionada por una lesión en el córtex visual que, sin afectar al movimiento ocular, incapacita para ver conscientemente objetos. Paradójicamente no existe dificultad en el procesamiento de la información visual. Por ejemplo, el paciente dice no ver los objetos situados a lo largo de un pasillo, pero sí que es capaz de caminar entre ellos esquivándolos o de señalarlos con precisión. Ver también "hemianopsia".

Working memory: Ver "memoria operativa".

Zoom, **metáfora del** (*Zoom lens metaphor):* Analogía que propone entender la atención visual como una especie de zoom que permite modificar la amplitud de la zona atendida.

ANEXO II

Paradigmas y técnicas utilizadas en el estudio experimental de la atención

Antonio Crespo, Raúl Cabestrero,
Marcos Ríos y Pilar Quirós
Facultad de Psicología, UNED

Amplitud de memoria dividida, técnica de *(split-span):* Ver "escucha dicótica".

Búsqueda, paradigma de: De forma genérica, un paradigma de búsqueda permite analizar la rapidez en localizar uno o más *targets* en un marco o matriz constituida por varios estímulos (*targets* y distractores o sólo distractores). Los *targets* están definidos por una o varias características (forma, color, orientación, tamaño, color, brillo, etc.). La variable dependiente es la velocidad de búsqueda o la tasa de errores.

Existen dos variantes: búsqueda visual y búsqueda en memoria. La diferencia entre ambas reside en el número de *targets* que se deben localizar (y que constituyen el llamado "conjunto de memoria" o *memory set)* y el tamaño del marco.

En la variante de búsqueda visual el *target* a memorizar es único (el *memory set* es de un ítem) y la manipulación relevante afecta al número de elementos que constituyen el marco. Esta variante ha sido la más utilizada en los estudios experimentales sobre atención pues permite analizar cómo el tamaño del marco afecta a la búsqueda. Por ejemplo, decidir si en un marco en el que aparecen diversas X verdes y T marrones aparece alguna S azul. O decidir si en un marco constituido por dígitos aparece el 3.

Por su parte, en la variante de búsqueda en memoria se manipula el número de ítems que constituyen el conjunto de memoria, siendo el interés de esta variante analizar el desempeño de los participantes en función del número de

ítems a memorizar. Por ejemplo, crear dos condiciones de conjunto de memoria (2 o 4 letras a memorizar) y decidir si alguna de ellas aparece en marcos posteriores constituidos por letras.

El paradigma de búsqueda se ha empleado habitualmente para analizar mecanismos de exploración, detección e identificación de información en atención selectiva, así como en el estudio del control y la automaticidad.

Cambio de tarea, paradigma del (*task-Switching paradigm):* Disposición experimental que permite estudiar el coste ocasionado por el cambio de una tarea a otra. Si se utilizan dos tareas A y B, existen diversas modalidades metodológicas para estudiar el cambio de tareas. Una primera (*alternating single tasks*) consiste en comparar la ejecución entre bloques uniformes (en los que el sujeto ejecuta la misma tarea en todos los ensayos del bloque, e.g., AAAA y BBBB...) y bloques mixtos (en los que alterna entre las dos tareas en sucesivos ensayos, e.g., ABAB). Otra modalidad es la de series alternantes (*alternating runs paradigm)* en la que las tareas cambian cada *n* ensayos. Si *n=2* entonces la disposición será AABBAABB...; en esta última modalidad, el primer ensayo tras el cambio se denomina *ensayo de cambio* y el segundo *ensayo de repetición.* Una tercera modalidad es presentar las tareas al azar, informando al sujeto la tarea que debe ejecutar mediante un indicio o señal.

Costes-beneficios, paradigma de: Ver "Posner, paradigma de".

Detección de puntos, paradigma *(Dot-probe paradigm):* Utilizado originalmente en estudios sobre ansiedad, se ha extendido y adaptado con diversas variantes a otras parcelas de la psicología experimental. Su finalidad es descubrir qué estímulos, de entre todos los ubicados en diversas zonas del espacio, están controlando más eficazmente la atención. La lógica es simple: en una fase determinada del ensayo experimental, el sujeto debe detectar un punto que aparece y responder lo más rápidamente posible mediante un pulsador. Se supone que aquellas zonas en las que los puntos exhiben TR rápidos son las que estaban siendo atendidas, mientras que los TR más lentos corresponden a zonas inhibidas o no atendidas. Por ejemplo, pedimos a los sujetos que miren una marca de fijación en la pantalla sin mover los ojos. A izquierda y derecha de dicha marca parecen, simultáneamente, dos imágenes -una neutra y otra amenazante- durante un periodo muy breve (p. ej.: 500 ms). Tras la desaparición de las imágenes se presenta aleatoriamente un punto en el lugar ocupado por cualquiera de ellas. El sujeto debe presionar un pulsador en el momento que lo detecte, midiéndose por tanto su TR. El TR refleja el sesgo atencional inducido por las imágenes. Por ejemplo, si la imagen amenazante capta más la atención que la neutra, los TR obtenidos por los puntos en dicha posición serán más rápidos.

Doble tarea, paradigma de (*dual-task paradigm*): La idea básica de este paradigma consiste en presentar dos tareas que deben ejecutarse simultáneamente. Por ejemplo, ejecutar una tarea de cancelación de dígitos (tarea primaria: tachar todos los números 2 que se localicen en protocolo de respuestas) a la

vez que se debe decir en voz alta el resultado a sumas propuestas verbalmente por el experimentador (tarea secundaria: 3+8). Existen dos variantes en el procedimiento: realizar las dos tareas simultáneamente sin dar prioridad a una sobre otra o bien priorizando una sobre otra. En ambas variantes se evalúa la interferencia que una tarea genera sobre la otra, siendo esta interferencia un indicio de la demanda o capacidad atencional que dicha tarea requiere.

Al procedimiento de doble tarea también se le conoce como paradigma de tarea dual o de tareas concurrentes, y es uno de los más utilizados en el estudio de la atención dividida. Permite examinar la capacidad de los participantes para atender a diversas fuentes de información o tareas, y analizar cómo el desempeño en una de ellas puede afectar al rendimiento en la otra. Asimismo ha servido para explorar el fenómeno denominado "periodo refractario psicológico" (PRP) y la presencia de un cuello de botella o limitación acontecida durante el procesamiento de ambas. Finalmente, también se ha recurrido a este paradigma para explorar el nivel de carga mental que experimenta un operador. En estos casos la tarea secundaria se realiza a la vez que la tarea primaria, analizando cómo se resiente la ejecución de cualquiera de ellas como consecuencia de tener que compartir los mismos recursos atencionales limitados.

Flancos, paradigma de (paradigma de Eriksen): El sujeto debe responder a un *target* que está flanqueado por ítems cuya respuesta puede ser compatible, neutra o incompatible con la requerida para el *target*. Ver efecto de compatibilidad de los flancos (ECF).

Escucha dicótica, paradigma de (*dicotic listening*): De forma genérica en esta técnica se presentan dos tipos de información o mensajes diferentes mediante auriculares, uno por cada oído. Los mensajes pueden ser letras, dígitos, palabras o textos. Los intereses de la investigación pueden ir dirigidos a analizar mecanismos de atención selectiva ("escucha selectiva" en la que el participante debe atender a uno de los mensajes -mensaje relevante- e ignorar el alternativo -mensaje irrelevante-) o mecanismos de atención dividida (condiciones en la que debe atender a ambos mensajes a la vez). Estos intereses se exploraran con sendas variantes de esta técnica: el sombreado y la amplitud de memoria dividida.

En la técnica del *sombreado (shadowing)* se le pide que repita en voz alta (sombree, siga) el mensaje atendido. El seguimiento tiene que hacerse de forma mimética al original, palabra a palabra y a modo de *sombra*, es decir, siguiéndolo de cerca y sin apenas demora. Por ejemplo, presentar dos textos en prosa, uno en cada oído debiendo el sujeto sombrear en voz alta el canal que se le indique. Con esta técnica se pretende que el sujeto ponga sus máximos esfuerzos selectivos en el canal atendido, y permite analizar el potencial procesamiento del canal inatendido y sus posibles efectos de interferencia.

En la técnica de *amplitud de memoria dividida (split-span)* el participante debe atender a los dos mensajes presentados. Por ejemplo, se presentan seis

dígitos agrupados en tres parejas sucesivas (4-0, 8-5, 3-7). Para cada pareja se presenta un dígito por el auricular situado en el oído izquierdo (4, 8, 3), mientras que el otro dígito se presenta simultáneamente en el oído derecho (0, 5, 7). Una vez finalizada la presentación el sujeto debe recordarlos, bien por pares siguiendo el orden de presentación (4-0, 8-5, 3-7) o bien canal tras canal (oído izquierdo 4, 8, 3 y luego derecho 0, 5, 7). Esta técnica permite explorar los mecanismos de atención dividida y de distribución de recursos de procesamiento.

Escucha selectiva: Ver "escucha dicótica".

Hombre de los cuatro oídos, técnica del *(four-eared man):* Adaptación del paradigma de informe parcial a la modalidad auditiva. Se presenta a los participantes tres series simultáneas de ítems (por ejemplo, 3 letras) a través de cuatro altavoces (frontal, trasero, derecho e izquierdo). Después de presentarles los estímulos, se les solicita que recuerden todo lo que puedan de la presentación en su conjunto (informe total) o las palabras del canal señalizado (informe parcial).

Igual-diferente, tarea de juicios: El sujeto responde presionando un pulsador si los estímulos son iguales y otro pulsador si son diferentes. Hay dos variantes en estas tareas: comparación sucesiva (los estímulos a comparar se exponen uno tras otro, tras intervalos de demora variables) y comparación simultánea (los estímulos se presentan a la vez).

Informe parcial: Procedimiento experimental en el que, tras una exposición muy breve, se exige recordar no todos los ítems del conjunto estimular, sino sólo aquellos indicados por una señal. Ver también informe total.

Informe total: Procedimiento experimental en el que, tras una exposición muy breve, se exige recordar el mayor número de ítems del conjunto estimular. Ver también informe parcial.

***Oddball, paradigma* (paradigma de la "discordancia o rareza"):** En este paradigma se presenta, de forma reiterada, un estímulo estándar y, ocasionalmente, un estímulo discordante (*oddball)* con la secuencia. La tarea del sujeto consiste en detectar la presencia del *oddball* o contar el número de veces que ha sucedido. Por ejemplo, un tono estándar (70 ms de duración, 1000 Hz de frecuencia) se presenta cada 700 ms durante 14 segundos. Ocasionalmente, aparece un tono con una frecuencia ligeramente distinta (estímulo *oddball* o discordante de 1.100 Hz). El sujeto debe presionar un pulsador cada vez que lo detecte, o bien contar el número de veces que aparece y comunicarlas al final del ensayo. Las probabilidades relativas de aparición entre el estímulo estándar y el discordante pueden manipularse (e. ej.: 90% estándar vs 10% *oddball).* Este paradigma es muy utilizado durante el registro de potenciales evocados (ERP).

Posner, paradigma de (paradigma de costes-beneficios o paradigma de señalización): Este paradigma permite explorar cómo una señal que indica la posible ubicación espacial de un *target* puede afectar a la detección de éste.

En este paradigma pueden utilizarse tanto señales centrales como periféricas. Veamos un ejemplo utilizando señales centrales.

Supongamos que se solicita a los sujetos detectar lo más rápidamente posible -presionando un pulsador- un target (letra X) que puede aparecer a la derecha o a la izquierda de un punto de fijación. El punto de fijación se expone durante 800 ms. Tras su desaparición es sustituido por una señal central (por ejemplo, una flecha que apunta hacia la izquierda o hacia la derecha) que aparecerá durante 100 ms e indicará, con cierto grado de probabilidad, la ubicación de la X. Tras un intervalo de 50 ms aparecerá la X.

En los ensayos válidos, la señal informará sobre la posición del *target* (por ejemplo, flecha izquierda-X izquierda). En los inválidos la señal indicará una posición opuesta (por ejemplo, flecha derecha-X izquierda). En los neutros la señal no ofrecerá información espacial (por ejemplo, presentar una flecha con doble punta). Habitualmente, los ensayos válidos aparecen con mucha mayor probabilidad que los inválidos (p. ej.: 0.8 vs 0.2). Tomando los ensayos neutros como línea base o control, se pueden calcular los potenciales beneficios asociados a utilizar una señal válida (TR más rápidos y menos errores) y los costes implicados por emplear una señal inválida (TR más lentos y mayor número de errores).

Con una señal periférica la lógica sería la misma. En este caso, en lugar de una flecha, podría emplearse, por ejemplo, un asterisco que marcaría una posición física -a la izquierda o a la derecha del punto de fijación- en la que podría aparecer el *target.*

Preparación, paradigma de: Ver "*priming*, técnica del".

Presentación rápida de series visuales (PRSV): Técnica que consiste en presentar una secuencia muy rápida de estímulos, de forma sucesiva y en la misma posición. El tiempo de exposición de cada estímulo es muy breve (entre 50 y 120 ms) generando una impresión visual semejante a la del contador de un cronógrafo. La tarea del participante consiste en detectar o identificar un *target* en dicha secuencia. Por ejemplo, se presenta una rápida sucesión de 20 letras en negro sobre fondo gris y se solicita identificar una única letra en blanco entre la secuencia de letras en negro. Debido a la rapidez de la presentación, el participante suele emitir las respuestas al final de cada ensayo, mediante llaves de respuesta o vocalmente, por lo que la variable dependiente suele ser la precisión, y no tanto la velocidad. En los experimentos de PRSV, la ubicación de los ítems en la serie se denomina "posición". Si el *target* se numera como 0, el ítem que le sigue se encuentra en la posición +1, el ítem siguiente de la serie en la posición +2, etc. Asimismo, los ítems precedentes se numeran negativamente (-1, -2, etc.). Entre otras diversas aplicaciones, esta técnica se ha utilizado para examinar el fenómeno del parpadeo atencional presentando dos *targets* en sucesión temporal.

***Priming*, técnica de:** De forma genérica, una técnica de *priming* pretende analizar la influencia que ejerce la presentación de un estímulo previo *(prime* o preparador) sobre otro posterior *[probé* o prueba). En muchas ocasiones, el

prime se expone durante periodos muy breves de tiempo (por ejemplo, entre 20-40 ms) de tal manera que se procesa preatencionalmente o de forma no consciente. El *priming* puede ser positivo (si el *prime* facilita el procesamiento del *target)* *o* negativo (si lo dificulta). El *priming* como técnica puede aplicarse a muy diversas tareas. Veamos algunos ejemplos.

Pedimos a un sujeto a que estudie una lista de palabras (suponga que, entre ellas, aparece "casino", pero no "camino"). Posteriormente, le requerimos a que realice una tarea de completado de fragmentos *probé*, del tipo "_a____n_". En estos trabajos se descubre que el sujeto tiende a completar el fragmento con una palabra estudiada o *prime* (casino) que con una no estudiada (camino). Veamos ahora un ejemplo de *priming* de repetición en una tarea de decisión léxica. Un sujeto debe juzgar si los vocablos que aparecen en pantalla son una palabra (lapicero) o una no-palabra (ziperuro) pulsando uno u otro botón. Previamente a la presentación, durante 20 ms aparece en pantalla una palabra *(prime)* de la que el sujeto no llega a ser consciente. Pues bien, en la tarea de decisión léxica indicar que "lapicero" es una palabra es más rápido si el mismo vocablo ha actuado como *prime* que si hubiera aparecido otro vocablo diferente (p. ej.: mantequilla). Una variación de este procedimiento es el *priming* semántico. La disposición experimental es semejante, con la salvedad de que ahora el sujeto debe indicar si las palabras que aparecen pertenecen a la categoría de animales o de profesiones. Con anterioridad un *prime* expuesto durante 20 ms presenta una palabra que puede o no tener relación categorial. Por tanto, indicar que "lobo" es un animal es mucho más rápido si aparece previamente como *prime* la palabra "perro" que si aparece "arquitecto".

Veamos ahora un ejemplo de *priming* negativo. Utilizaremos un paradigma de escucha dicótica con sombreado. El sujeto en un ensayo anterior *prime,* repite en voz alta (sombrea) las palabras que se le presentan por un oído (casa, bomba, timbre...) e ignora las que aparecen por el otro (tinta, vaso, libro...). Pues bien, si en una fase posterior (ensayo *probé),* presentamos para sombrear las palabras previamente ignoradas (tinta, vaso, libro...), el rendimiento será peor que si le presentásemos palabras nuevas (árbol, mapa, llave...).

***Shadowing*, técnica del:** Ver "escucha dicótica".

Sombreado, técnica del *(shadowing):* Ver "escucha dicótica".

Señal de stop, paradigma de la: Básicamente es una tarea de TR de elección en la que sobreimpone una señal de stop o parada. En un experimento típico los sujetos son instruidos a presionar un pulsador cuando vean un estímulo (p. ej.: un cuadrado) y otro pulsador cuando vean otro (un círculo). En ciertos ensayos aparece al azar una señal stop (p. ej.: un sonido) indicando que la respuesta debe ser detenida. Este paradigma se utiliza para evaluar los mecanismos inhibitorios que actúan sobre una respuesta ya planificada con objeto de detenerla. Permite analizar en qué estadio de procesamiento se localiza el punto de no retorno a partir del cual es imposible detener la respuesta.

Simón, tarea: Es una tarea de **TR** de elección en la que el sujeto debe atender exclusivamente a la identidad del estímulo e ignorar su posición. Por ejemplo, se muestra a la izquierda o a la derecha de un punto central de fijación la letra H o la letra S. Si aparece la H el sujeto debe presionar el botón de la izquierda y si aparece la S el de la derecha. El efecto Simón alude a que los **TR** serán más rápidos (o habrá menos errores) cuando el estímulo aparezca en la misma posición relativa de su respuesta. Es decir, responder a la letra H será más rápido cuando aparezca a la izquierda que cuando lo haga a la derecha (lo inverso ocurrirá para la S). Este efecto demuestra que, durante el procesamiento del estímulo, es muy difícil ignorar la información correspondiente a su posición física, lo que ocasiona interferencia en aquellos ensayos de incongruencia entre dirección de respuesta requerida por el estímulo y la posición que ocupa.

Stroop, paradigma: En el test clásico, el sujeto debe nombrar el color de la tinta con la que están escritas una serie de palabras que denotan color. Se dan dos efectos: facilitación e interferencia. Con respecto a una condición de control de Xs coloreadas, la respuesta se ve facilitada cuando palabra y color son compatibles (decir rojo ante la palabra "rojo" escrita en tinta roja) y se ve interferida cuando son incompatibles (decir rojo ante la palabra "verde" escrita en tinta roja).

Tarea dual: Ver "doble tarea".

Tiempo de reacción, tareas de: El TR es el tiempo que transcurre entre la aparición de un estímulo (E) y la emisión de la respuesta (R) correspondiente. Algunas tareas típicas de TR son las siguientes: tarea de *TR simple* (presionar un pulsador cuando se escuche un sonido); tarea de *TR de elección* o disyuntivo (presionar el pulsador A ante la presentación de un cuadrado rojo y el pulsador B ante un cuadrado azul); tarea de *TR go/no-go* (presionar un pulsador ante la presentación de un número par y no ejecutar respuesta ante un número impar); tarea de *TR de discriminación o tarea igual-diferente* (presionar el pulsador A si los dos estímulos son de la misma forma y el pulsador B si son de formas diferentes). Generalmente, las tareas de TR requieren al participante ejecutar la respuesta lo más rápidamente posible, pero evitando errores.

Tiempo de Reacción Serial, tarea de *(SRTT, Serial Reaction Time Task*): Básicamente es una tarea de tiempo de reacción de elección (ver Tiempo de Reacción, tareas de). Consiste en responder a los estímulos presentados emitiendo la respuesta correspondiente. Por ejemplo, se presenta en una pantalla de ordenador un estímulo (p. ej., un cuadrado) en una de cinco posiciones predefinidas dispuestas horizontalmente (1-5 o A-E). El sujeto debe contestar lo más rápidamente posible presionando el correspondiente botón de uno de los cinco ubicados en la llave de respuesta. Las principales medidas de rendimiento, por lo tanto, son el TR y la precisión de respuesta en forma de errores (p. ej., presionar pulsador 3 cuando se presentó la señal en 4). Generalmente entre ensayos sucesivos se introduce un periodo de unos 200-500 ms en blanco (intervalo entre ensayos). Una de las manipulaciones estudiadas en esta tarea es utilizar, en los primeros bloques de ensayos, secuencias fijas

repetidas (e.g., 5312453124...) que suelen ser inferidas por el sujeto, para posteriormente presentar los estímulos al azar y analizar cómo el cambio afecta al rendimiento. Esta tarea se ha utilizado frecuentemente para estudiar el aprendizaje implícito.

Vigilancia, tarea de: En una tarea de vigilancia el sujeto debe detectar y/o identificar un estímulo que aparece de forma infrecuente, generalmente con cadencias temporales extensas. Son tareas monótonas y prolongadas en el tiempo. Por ejemplo, durante cuarenta minutos se presentan en múltiples posiciones de una pantalla, y al azar, letras (vocales y consonantes) con una cadencia media de una cada 50 segundos. El sujeto debe presionar un pulsador cada vez que identifique una vocal. Múltiples actividades cotidianas exigen un nivel óptimo de vigilancia: operadores de radar, control de calidad de productos en una cadena industrial, detección de alteración de señales vitales en aparatos médicos de una UCI, etc. Un ejemplo clásico de tarea de vigilancia es el test del reloj de Mackworth (1950). En ella, una aguja se movía en pasos de 12 minutos de arco por segundo, pero, ocasionalmente, se producía un doble salto (la aguja se movía en un paso de 24 minutos de arco). La tarea del sujeto consiste en pulsar un botón cada vez que se percate de la existencia de un doble salto. Las tareas de vigilancia son adecuadas para estudiar la atención sostenida.

REFERENCIAS

Abrams, R. A. y Dobkin, R. S. (1994). Inhibition of return: Effects of attentional cuing on eye movement latencies. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 20,* 467-^477.

Allport, A. (1987). Selection for action: Some behavioral and neurophysiological considerations of attention and action. En H. Heuer y A. F. Sanders (Eds.), *Perspectives on perception and action* (pp. 395-419). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Allport, A., Styles, E. A. y Hsieh, S. (1994). Shifting intentional set: Exploring the dynamic control of tasks. En C. Umiltá y M. Moscovitch (Eds.), *Conscious and nonconscious information processing: Attention and performance XV* (pp. 421-452). Cambridge, MA: MIT Press.

Allport, A. y Wylie, G. (2000). Task switching, stimulus-response bindings, and negative priming. En S. Monsell y J. Driver (Eds.), *Control of cognitiveprocesses: Attention andperformance XVIII* (pp. 35-70). Cambridge, MA: MIT Press.

Allport, D. A., Antonis, B. y Reynolds, P. (1972). On the divisiôn of attention: A disproof of the single channel hypothesis. *Quarterly Journal of Experimental Psychology; 24,* 225-235.

Anderson, J. R. y Lebiere, C. (1998). *The atomic components of thought.* Mahwah, NJ: Erlbaum.

Anderson, K. J. y Revelle, W. (1982). Impulsivity, caffeine, and proofreading: A test of the Easterbrook hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 8,* 614-624.

Arbuthnott, K. y Frank, J. (2000). Executive control in set switching: Residual switch cost and task-set inhibition. *Canadian Journal of Experimental Psychology, 54,* 33—41.

Atienza, M., Cantero, J. L. y Gómez, C. M. (2000). Decay time of the auditory sensory memory trace during wakefulness and REM sleep. *Psychophysiology, 37,* 485-493.

Atkinson, R. C. y Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: Aproposed system and its control processes. En K. W. Spence (Ed.), *The psychology oflearning and motivation: Advances in research and theory* (Vol. 2, pp. 89-195). New York: Academic Press.

Awh, E., Annlo-Vento, L. y Hillyard, S. A. (2000). The role of spatial selective attention in working memory for locations: Evidence from event-related potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience, 12,* 840-847.

Awh, E. y Jonides, J. (1998). Spatial working memory and spatial selective attention. En R. Parasuraman (Ed.), *The attentive brain* (pp. 353-380). Cambridge, MA: MIT Press.

Awh, E., Jonides, J. y Reuter-Lorenz, P. A. (1998). Rehearsal in spatial working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 24,* 780-790.

Awh, E., Smith, E. E. y Jonides, J. (1995). Human rehearsal processes and the frontal lobes: PET evidence. En J. Grafman, K. Holyoak y F. Boller (Eds.), *Structure and function of the prefrontal cortex* (pp. 97-119). New York: New York Academy of Sciences.

Baddeley, A. (1998). *Human memory: Theory and practice.* Boston: Allyn & Bacon.

Baddeley, A. D. y Hitch, G. (1974). Working memory. En G. A. Bower (Ed.), *Recent advances in learning and motivation* (Vol. 8, pp. 46-89). New York: Academic Press.

Bartz, W. H., Satz, P. y Fennell, E. (1967). Grouping strategies in dichotic listening: The effects of instructions, rate, and ear asymmetry. *Journal of Experimental Psychology, 74,* 132-136.

Baylis, G. C. y Driver, J. (1992). Visual parsing and response competition: The effect of grouping factors. *Perception & Psychophysics, 51,* 145-162.

Beatty, J. (1982). Phasic not tonic pupillary responses vary with auditory vigilance performance. *Psychophysiology, 19,* 167-172.

Bennett, P. J. y Pratt, J. (2001). The spatial distribution of inhibition of return. *Psychological Science, 12,* 76-80.

Berlyne, D. E. (1974). Attention. En E. C. Carterette y M. P. Friedman (Eds.), *Handbook of perception (Vol 1: Historical and philosophical roots of perception*; pp. 123-147). New York: Academic Press.

Bertelson, P. (1967). The refractory period of choice reactions with regular and irregular interstimuli intervals. *Acta Psychologica, 27,* 45-56.

Besner, D., Stolz, J. A. y Boutilier, C. (1997). The Stroop effect and the myth of automaticity. *Psychonomic Bulletin & Review, 4,* 221-225.

Binet, A. (1890). La concurrence des états psychologiques. *Revue philosophique de la France et de l'étranger, 24,* 138-155.

Blumenthal, A. L. (1980). Wilhelm Wundt and early American psychology. En R. W. Rieber (Ed.), *Wilhelm Wundt and the making of scientific psychology* (pp. 117-135). New York: Plenum.

Bregman, A. S. (1990). *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound.* Cambridge, MA: MIT Press.

Breitmeyer, B., Ehrenstein, A., Pritchard, K., Hiscock, M. y Crisan, J. (1999). The roles of location specificity and masking mechanisms in the attentional blink. *Perception & Psychophysics, 61*, 798-809.

Broadbent, D. E. (1954). The role of auditory localization in attention and memory span. *Journal of Experimental Psychology; 47*, 191-196.

Broadbent, D. E. (1956). Successive responses to simultaneous stimuli. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 8*, 142-152.

Broadbent, D. E. (1958). *Perception and communication.* London: Pergamon Press.

Broadbent, D. E. (1971). *Decisión and stress.* Oxford, UK: Academic Press.

Broadbent, D. E. (1982). Failures of attention in selective listening. *Journal of Experimental Psychology, 44,* 428^133.

Broadbent, D. E. y Broadbent, M. H. (1987). From detection to identification: Response to múltiple targets in rapid serial visual presentation. *Perception & Psychophysics, 42,* 105-113.

Brown, I. D., Tickner, A. H. y Simmonds, D. C. (1969). Interference between concurrent tasks of driving and telephoning. *Journal of Applied Psychology, 53,* 419-424.

Bundesen, C. (1990). A theory of visual attention. *Psychological Review, 97,* 523-547.

Bundesen, C., Pedersen, L. F. y Larsen, A. (1984). Measuring efficiency of selection from briefly exposed visual displays: A model for partial report. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 10,* 329-339.

Burgess, P. W., Alderman, N., Evans, J., Emslie, H. y Wilson, B. A. (1998). The ecological validity of tests of executive function. *Journal of the International Neuropsychological Society, 4,* 547-558.

Bushnell, M. C., Duncan, G. H., Dubner, R., Jones, R. L. y Maixner, W. (1985). Attentional influences on noxious and innocuous cutaneous heat detection in humans and monkeys. *Journal of Neuroscience, 5,* 1103-1110.

Carlson, R. A. (1997). *Experienced cognition.* Mahwah, NJ: Erlbaum.

Carlson, R. A. y Sohn, M.-H. (2000). Cognitive control of multistep routines: Information processing and conscious intentions. En S. Monsell y J. Driver (Eds.), *Control of cognitive processes: Attention and performance XVIII* (pp. 443—464). Cambridge, MA: MIT Press.

Carpenter, W. B. (1852). On the influence of suggestion in modifying and directing muscular movement, independently of volition. *Proceedings ofthe Royal Institution of Great Britain, 1,* 147-153.

Carrier, L. M., y Pashler, H. (1995). Attentional limits in memory retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 21,* 1339-1348.

Castiello, U. y Umiltá, C. (1990). Size of the attentional focus and efficiency of processing. *Acta Psychologica, 73,* 195-209.

Cave, K. R. y Pashler, H. (1995). Visual selection mediated by location: Selecting successive visual objects. *Perception & Psychophysics, 57,* 421^32.

Cepeda, N. J., Cave, K. R., Bichot, N. P. y Kim, M.-S. (1998). Spatial selection via feature-driven inhibition of distractor locations. *Perception & Psychophysics, 60,* 727-746.

Cheal, M. y Lyon, D. R. (1991). Central and peripheral precuing of forced-choice discrimination. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 43A,* 859-880.

Cherry, E. C. (1953). Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears. *Journal of the Acoustical Society of America, 25,* 975-979.

Chun, M. M. y Potter, M. C. (1995). A two-stage model for múltiple target detection in rapid serial visual presentation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 21,* 109-127.

Clark, V. P. y Hillyard, S. A. (1996). Spatial selective attention affects early extrastriate but not striate components of the visual evoked potential. *Journal of Cognitive Neuroscience, 8, 387^02.*

Cohén, A. y Ivry, R. (1989). Illusory conjunctions inside and outside the focus of attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance,* 75, 650-663.

Cohén, A., Ivry, R. I. y Keele, S. W. (1990). Attention and structure in sequence learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 16,* 17-30.

Colavita, F. B. (1974). Human sensory dominance. *Perception & Psychophysics, 16,*409-412.

Connelly, S. L., Hasher, L. y Kimble, G. A. (1992, November) *The suppression of identity and spatial location.* Paper presented at the 33rd annual meeting of the Psychonomic Society, St. Louis, MO.

Corbetta, M. (1998). Functional anatomy of visual attention in the human brain: Studies with positron emission tomography. En R. Parasuraman (Ed.), *The attentive brain* (pp. 95-122). Cambridge, MA: MIT Press.

Corteen, R. S. y Wood, B. (1972). Autonomic responses to shock-associated words in an unattended channel. *Journal of Experimental Psychology, 94,* 308-313.

Cowan, N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information-processing system. *Psychological Bulletin, 104,* 163-191.

Cowan, N. (1995). *Attention and memory: An integrated framework.* New York: Oxford University Press.

Dai, H. (1989). *Detection of unexpected sounds.* Unpublished doctoral dissertation. Northeastern University, Boston.

Darwin, C. J., Turvey, M. T. y Crowder, R. G. (1972). An auditory analogue of the Sperling partial report procedure: Evidence for brief auditory storage. *Cognitive Psychology, 3,* 255-267.

De Jagger, J. J. (1970). *Reaction time and mental processes* (J. Brozek y M S. Sibinga, traductores). Nieuwkoop, Netherlands: B. De Graf. (Trabajo original de 1865)

De Jong, R. (2000). An intention-activation account of residual switch costs. En S. Monsell y J. Driver (Eds.), *Control of cognitive processes: Attention and performance XVIII* (pp. 357-376). Cambridge, MA: MIT Press.

De Jong, R., Berendsen, E. y Cools, R. (1999). Goal neglect and inhibitory limitations: Dissociable causes of interference effects in conflict situations. *Acta Psychologica, 101,* 379-394.

De Jong, R., Liang, C.-C. y Lauber, E. (1994). Conditional and unconditional automaticity: A dual-process model of effects of spatial stimulus-response correspondence. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 20,* 731-750.

Desimone, R. y Duncan, J. (1995). Neural mechanisms of selective attention. *Annual Review of Neuroscience, 18,* 193-222.

D'Esposito, M., Zarahn, E. y Aguirre, G. K. (1999). Event-related functional MRI: Implications for cognitive psychology. *Psychological Bulletin, 125,* 155-164.

Deutsch, J. A. y Deutsch, D. (1963). Attention: Some theoretical considerations. *Psychological Review, 70,* 80-90.

Donchin, E. y Coles, M. G. H. (1988). Is the P300 component a manifestation of context updating? *Behavioral and Brain Sciences, 11,* 357-427.

Donchin, E., Ritter, W. y McCallum, W. C. (1978). Cognitive psychophysiology: The endogenous components of the ERP. En E. Callaway, P. Tueting y S. H. Koslow (Eds.), *Brain event-related potentials in man* (pp. 349—141). New York: Academic Press.

Donders, F. C. (1868/1969). On the speed of mental processes. En W. G. Koster (Ed.), *Acta Psychologica, 30, Attention and performance II* (pp. 412-431). Amsterdam: North-Holland.

Dowling, W. S., Lung, K. M. y Herrbold, S. (1987). Aiming attention in pitch and time in the perception of interleaved melodies. *Perception & Psychophysics, 41,* 642-656.

Downing, P., Liu, J. y Kanwisher, N. (2001). Testing cognitive models of visual attention with fMRI and MEG. *Neuropsychologia, 39,* 1329-1342.

Driver, J. (1996). Enhancement of selective listening by illusory mislocation of speech sounds due to lip-reading. *Nature, 381,* 66-68.

Driver, J. y Spence, C. J. (1998). Attention and the crossmodal construction of space. *Trends in Cognitive Sciences, 2,* 254-262.

Duncan, J. (1984). Selective attention and the organization of visual information. *Journal of Experimental Psychology: General, 113,* 501-517.

Duncan, J. (2001). Frontal lobe function and the control of visual attention. En J. Braun, Koch y J. L. Davis (Eds.), *Visual attention and cortical circuits* (pp. 69-88). Cambridge, MA: MIT Press.

Duncan, J. y Humphreys, G. W. (1989). Visual search and stimulus similarity. *Psychological Review, 96, 433^58.*

Dutta, A. y Walker, B. N. (1995, Noviembre). *Persistence of the PRP effect: Evaluating the response-selection bottleneck.* Póster presentado en el 36th Meeting of the Psychonomic Society, Los Angeles, CA.

Easterbrook, R. A. (1959). Effects of emotion on cue utilization and organization of behavior. *Psychological Review, 66,* 183-201.

Egan, J., Carterette, E. y Thwing, E. (1954). Some factors affecting multichannel listening. *Journal of the Acoustic Society of America, 26,* 774-782.

Eggemeier, F. T. y Wilson, G. F. (1991). Performance-based and subjective assessment of workload in multi-task environments. En D. L. Damos (Ed.), *Multiple-taskperformance* (pp. 217-278). London: Taylor & Francis.

Eggemeier, F. T., Wilson, G. F., Kramer, A. F. y Damos, D. L. (1991). Workload assessment in multi-task environments. En D. L. Damos (Ed.), *Multiple-task performance* (pp. 207-216). London: Taylor & Francis.

Ehrenstein, A., Walker, B. N., Czerwinski, M. y Feldman, E. M. (1997). Some fundamentáis of training and transfer: Practice benefíts are not automatic. En M. A. Quiñones y A. Ehrenstein (Eds.), *Trainingfor a rapidly changing workplace: Applications of psychological research* (pp. 119-147). Washington, DC: American Psychological Association.

Eijkman, E. y Vendrik, A. J. H. (1965). Can a sensory system be specifíed by its internal noise? *Journal of the Acoustical Society of America, 37,* 1102-1109.

Eimer, M., Cockburn, D., Smedley, B. y Driver, J. (2001). Crossmodal links in endogenous spatial attention are mediated by common external locations: Evidence from event-related brain potentials. *Experimental Brain Research, 13,* 398^11.

Elander, J., West, R. y French, D. (1993). Behavioral correlates of individual differences in road-traffic crash risk: An examination of methods and findings. *Psychological Bulletin, 113*, 279-294.

Elio, R. (1986). Representaron of similar well-learned cognitive procedures. *Cognitive Science, 10*, 41-73.

Endsley, M. R. (1995a). Measurement of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors, 37*, 65-84.

Endsley, M. R. (1995b). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors, 37*, 32-64.

Endsley, M. R. y Kiris, E. O. (1995). The out-of-the-loop performance problem and level of control in automation. *Human Factors, 37*, 381-394.

Enns, J. T. y Rensink, R. A. (1990). Sensitivity to three-dimensional orientation in visual search. *Psychological Science, 1*, 323-326.

Entin, E. E. y Serfaty, D. (1999). Adaptive team coordination. *Human Factors, 41*, 312-325.

Erev, I. y Gopher, D. (1999). A cognitive game-theoretic analysis of attention strategies, ability, and incentives. En D. Gopher y A. Koriat (Eds.), *Attention and performance XVII: Cognitive regulation of performance: Interaction of theory and application* (pp. 343-371). Cambridge, MA: MIT Press.

Eriksen, B. A. y Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics, 16*, 143-149.

Eriksen, C. W. y Hoffman, J. E. (1973). The extent of processing of noise elements during selective encoding from visual displays. *Perception & Psychophysics, 14*, 155-160.

Eriksen, C. W. y Murphy, T. D. (1987). Movement of attentional focus across the visual fíeld: A critical look at the evidence. *Perception & Psychophysics, 42*, 299-305.

Eriksen, C. W. y St. James, J. D. (1986). Visual attention within and around the fíeld of focal attention: A zoom lens model. *Perception & Psychophysics, 40*, 225-240.

Eriksen, C. W. y Webb, J. M. (1989). Shifting of attentional focus within and about a visual display. *Perception & Psychophysics, 45*, 175-183.

Eriksen, C. W. y Yeh, Y. (1985). Allocation of attention in the visual fíeld. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 11*, 583-597.

Exner, S. (1882). Zur Kenntniss von der Wechselwirkung der Erregungen im Centralnervensystem. *Archiv fur die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere, 28*, 487-506.

Fechner, G. T. (1860). *Elemente der Psychophysik.* Leipzig: Breitkopf and Hártel. (Traducido por H. E. Adler, *Elements ofpsychophysics.* New York: Holt, Rinehart & Winston, 1966.)

Freud, S. (1922). *Introductory lectures on psychoanalysis.* London: George Alien and Unwin.

Gibson, J. J. (1941). A critical review of the concept of set in contemporary experimental psychology. *Psychological Bulletin, 38,* 781-817.

Goldsmith, M. (1998). What's in a location? Comparing object-based and space-based models of feature integration in visual search. *Journal of Experimental Psychology: General, 127,* 189-219.

Gopher, D. (1993). The skill of attention control: Acquisition and execution of attention strategies. En D. E. Meyer y S. Kornblum (Eds.), *Attention and performance XIV* (pp. 299-322). Cambridge, MA: MIT Press.

Gopher, D. (1994). Analysis and measurement of mental load. En G. d'Ydewalle, P. Edlen y P. Bertelson (Eds.), *International perspectives on psychological science, Vol. 2: The state of the art* (pp. 265-291). Hove, UK: Erlbaum.

Gopher, D., Brickner, M. y Navon, D. (1982). Different difficulty manipulations interact differently with task emphasis: Evidence for múltiple resources. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 8,* 146-157.

Gopher, D. y Donchin, E. (1986). Workload An examination of the concept. En K. R. Boff, Kaufman y J. P. Thomas (Eds.), *Handbook of perception and human performance* (Vol. 2, pp. 41-1-41-49). New York: Wiley.

Gopher, D., Weil, M. y Siegel, D. (1989). Practice under changing priorities: An approach to training of complex skills. *Acta Psychologica, 71,* 147-177.

Gottsdanker, R. y Stelmach, G. E. (1971). The persistence of psychological efractoriness. *Journal of Motor Behavior,* 5, 301-312.

Gratton, G., Coles, M. G., Sirevaag, E. J. y Eriksen, C. W. (1988). Pre- and post-stimulus activation of response channels: A psychophysiological analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 14,* 331-344.

Gray, J. A. y Wedderburn, A. A. I. (1960). Grouping strategies with simultaneous stimuli. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 12,* 180-184.

Green, D. M. (1961). Detection of auditory sinusoids of uncertain frequencies. *Journal of the Acoustical Society of America, 33,* 897-903.

Greenberg, G. Z. y Larkin, W. D. (1968). Frequency-response characteristic of auditory observers detecting signáis of a single frequency in noise: The probe-signal method. *Journal of the Acoustical Society of America, 44,* 1513-1523.

Greenwald, A. G. (1970). Sensory feedback mechanisms in performance control: With special reference to the ideo-motor mechanism. *Psychological Review,* 77, 73-99.

Greenwald, A. G. (1972). On doing two things at once: Time sharing as a function of ideomotor compatibility. *Journal of Experimental Psychology, 94,* 52-57.

Gugerty, L. J. (1997). Situation awareness during driving: Explicit and implicit knowledge in dynamic spatial memory. *Journal of Experimental Psychology: Applied, 3,* 42-66.

Hamilton, W. (1859). *Lectures on metaphysics and logic (Vol. 1: Metaphysics).* Edinburgh & London: Blackwood.

Handy, T. C. y Mangun, G. R. (2000). Attention and spatial selection: Electrophysiological evidence for modulation by perceptual load. *Perception & Psychophysics, 62,* 175-186.

Hankey, J. M. y Dingus, T. A. (1990). A validation of SWAT as a measure of workload induced by changes in operator capacity. En *Proceedings of the Human Factors Society 34th Annual Meeting* (pp. 112-115). Santa Monica, CA: Human Factors Society.

Haxby, J. V., Courtney, S. M. y Clark, V. R (1998). Functional magnetic resonance imaging and the study of attention. En R. Parasuraman (Ed.), *The attentive brain* (pp. 123-142). Cambridge, MA: MIT Press.

Heaton, R. K., Grant, I. y Mathews, C. G. (1991). *Comprehensive norms for expanded Halstread-Reitan battery.* Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.

Hebb, D. O. (1949). *The organization ofbehavior.* New York: Wiley-Interscience.

Hedge, A. y Marsh, N. W. (1975). The effect of irrelevant spatial correspondence on two-choice response-time. *Acta Psychologica, 39,* 427^39.

Heinze, H. J., Luck, S. J., Mangun, G. R. y Hillyard, S. A. (1990). Visual event-related potentials index focused attention within bilateral arrays. I. Evidence for early selection. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 75,* 511-527.

Heinze, H. J., Mangun, G. R., Burchert, W. y Hinrichs, H. (1994). Combined spatial and temporal imaging of brain activity during visual selective attention in humans. *Nature, 372,* 543-546.

Heller, M. A. (1992). Haptic dominance in form perception: Vision versus proprioception. *Perception, 21,* 655-660.

Hendy, K. C., Hamilton, K. M. y Landry, L. N. (1993). Measuring subjective workload: When is one scale better than many? *Human Factors, 35,* 579-601.

Herbart, J. F. (1824-1825). *Psychologie ais Wissenschaft neu gegründet auf Erfahrung, Metaphysik und Mathematik.* Kónigsberg: Unzer.

Hick, W. E. (1952). On the rate of gain of information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 4,* 11-26.

Hillyard, S. A., Hink, R. F., Schwent, V. L. y Picton, T. W. (1973). Electrical signs of selective attention in the human brain. *Science, 182,* 177-180.

Hillyard, S. A. y Kutas, M. (1983). Electrophysiology of cognitive processing. *Annual Review of Psychology, 34,* 33-61.

Hirst, W., Spelke, E. S., Reaves, C. C., Caharack, G. y Neisser, U. (1980). Dividing attention without alternation or automaticity. *Journal of Experimental Psychology: General, 109,* 98-117.

Hockey, G. R. J. (1993). Cognitive energetical control mechanisms in the management of work demands and psychological health. En A. D. Baddeley y L. Weiskrantz (Eds.), *Attention: Selection, awareness, and control: A tribute to Donald Broadbent* (pp. 328-345). New York: Oxford University Press.

Hommel, B. (1993). The role of attention for the Simón effect. *Psychological Research/Psychologische Forschung, 55,* 208-222.

Hommel, B., Müsseler, J., Aschersleben, G. y Prinz, W. (2001). The theory of event coding (TEC): A framework for perception and action planning. *Behavioral and Brain Sciences, 24,* 849-937.

Hopfinger, J. B. y Mangun, G. R. (1998). Reflexive attention modulates processing of visual stimuli in human extrastriate cortex. *Psychological Science, 9,* 441^47.

Houghton, G. y Tipper, S. P. (1994). A model of inhibitory mechanisms in selective attention. En D. Dagenbach y T. H. Carr (Eds.), *Inhibitory processes in attention, memory, and language* (pp. 53-112). San Diego: Academic Press.

Humphreys, G. W., Ford, E. M. E. y Francis, D. (2000). The organization of sequential actions. En S. Monsell y J. Driver (Eds.), *Control of cognitive processes: Attention and performance XVIII* (pp. 427^42). Cambridge, MA: MIT Press.

Humphreys, G. W. y Müller, H. (1993). Search via recursive rejection (SERR): A connectionist model of visual search. *Cognitive Psychology, 25,* 43-110.

Humphreys, M. S. y Revelle, W. (1984). Personality, motivation, and performance: A theory of the relationship between individual differences and information processing. *Psychological Review, 91,* 153-184.

Hyman, R. (1953). Stimulus information as a determinant of reaction time. *Journal of Experimental Psychology, 45,* 188-196.

Isreal, J. B., Wickens, C. D., Chesney, G. L. y Donchin, E. (1980). The event-related brain potential as an index of display-monitoring workload. *Human Factors, 22,* 211-224.

James, W. (1890). *The principies of psychology* (Vol. 1). New York: Holt. (Reimpresión de 1950 por Dover Press, New York)

Jentsch, F., Barnett, J., Bowers, C. A. y Salas, E. (1999). Who is flying this plañe anyway? What mishaps tell us about crew member role assignment and air crew situation awareness. *Human Factors, 41,* 1-14.

Jersild, A. T. (1927). Mental set and shift. *Archives of Psychology,* Whole No. 89, pp. 5-82.

Jevons, W. S. (1871). The power of numerical discriminaron. *Nature, 3,* 281-282.

Johnson, R. (1993). On the neural generators of the P300 component of the event related potential. *Psychophysiology, 30,* 90-97.

Jolicoeur, P. y Dell'Acqua, R. (1999). Attentional and structural constraints on visual encoding. *Psychological Research, 62,* 154-164.

Jones, D. G. y Endsley, M. R. (1996). Sources of situation awareness errors in aviation. *Aviation, Space, and Environmental Medicine, 67,* 507-512.

Jonides, J. (1981). Voluntary versus automatic control over the mind's eye movement. En J. B. Long y A. D. Baddeley (Eds.). *Attention and performance IX* (pp. 187-203). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Judd, C. H. (1917). *Psychology: General introduction.* Boston: Ginn.

Juola, J. F., Koshino, H. y Warner, C. B. (1995). Tradeoffs between attentional effects of spatial cues and abrupt onsets. *Perception & Psychophysics, 57,* 333-342.

Kahneman, D. (1973). *Attention and effort.* Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Kahneman, D., Treisman, A. y Burkell, J. (1983). The cost of visual fíltering. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 9,* 510-522.

Keele, S. W. (1967). *Attention and human performance.* Pacific Palisades, CA: Goodyear Press.

Kieras, D. E., Meyer, D. E., Bailas, J. A. y Lauber, E. J. (2000). Modern computational perspectives on executive mental processes and cognitive control: Where to from here? En S. Monsell y J. Driver (Eds.), *Control of cognitive processes: Attention and performance XVIII* (pp. 679-712). Cambridge, MA: MIT Press.

Kimberg, D. Y. y Farah, M. J. (2000). Is there an inhibitory module in the prefrontal cortex? Working memory and the mechanisms underlying cognitive control. En S. Monsell y J. Driver (Eds.), *Control of cognitive processes: Attention and performance XVIII* (pp. 739-751). Cambridge, MA: MIT Press.

Kingstone, A. y Pratt, J. (1999). Inhibition of return is composed of attentional and oculomotor processes. *Perception & Psychophysics, 61,* 1046-1054.

Klein, R. y Shore, D. I. (2000). Relations among modes of visual orienting. En S. Monsell y Driver (Eds.), *Control of cognitive processes: Attention and performance XVIII* (pp. 195-208). Cambridge, MA: MIT Press.

Kramer, A. F., Humphrey, D. G., Larish, J. F., Logan, G. D. y Strayer, D. L. (1994). Aging and inhibition: Beyond a unitary view of inhibitory processing in attention. *Psychology and Aging, 9,* 491-512.

Kramer, A. F. y Jacobson, A. (1991). Perceptual organization and focused attention: The role of objects and proximity in visual processing. *Perception & Psychophysics, 50*, 267-284.

Kramer, A. F., Trejo, L. J. y Humphrey, D. G. (1995). Assessment of mental workload with task-irrelevant auditory probes. *Biological Psychology, 40,* 83-100.

Külpe, O. (1904). Versuche über Abstraktion. *Bericht über den Kongress für experimentele Psychologie,* 7, 56-68.

LaBerge, D. (1983). Spatial extent of attention to letters and words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 9,* 371-379.

LaBerge, D. y Brown, V. (1989). Theory of attentional operations in shape identífication. *Psychological*[1] *Review, 96,* 101-124.

LaBerge, D., Carlson, R. L., Williams, J. K. y Bunney, B. G. (1997). Shifting attention in visual space: Tests of moving-spotlight models versus an activity-distribution model. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 23,* 1380-1392.

Lange, L. (1888). Neue Experimente über den Vorgang der einfachen Reaction auf Sinneseindrücke. *Philosophische Studien (Wundt), 4*, 479-510.

Lavie, N. (1995). Perceptual load as a necessary condition for selective attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance,* 27,451-468.

Lavie, N. y Fox, E. (2000). The role of perceptual load in negative priming. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 26,* 1038-1052.

Lavie, N. y Tsal y. (1994). Perceptual load as a major determinant of the locus of selection in visual attention. *Perception & Psychophysics, 56,* 183-197.

Lavie, P., Gopher, D. y Wollman, M. (1987). Thirty-six hour correspondence between performance and sleepiness cycles. *Psychophysiologv, 24*, 430-438.

Leibniz, G. W. (1765). Nouveaux essays sur Tentendement humain. En R. E. Raspe (Ed.), *Oeuvres philosophiques de feu M. Leibnitz.* Amsterdam & Leipzig: Schreuder.

Leonards, U., Sunaert, S., Van Hecke, P. y Orban, G. A. (2000). Attention mechanisms in visual search—An fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience, 12*, 61-75.

Logan, G. D. (1981). Attention, automaticity, and the ability to stop a speeded choice response. En J. Long y A. D. Baddeley (Eds.), *Attention and performance IX*(pp. 205-222). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Logan, G. D. (1994). On the ability to inhibit thought and action: A user's guide to the stop signal paradigm. En D. Dagenbach y T. H. Carr (Eds.), *Inhibitory processes in attention, memory, and language* (pp. 189-239). San Diego: Academic Press.

Logan, G. D. y Cowan, W. B. (1984). On the ability to inhibit thought and action: A theory of an act of control. *Psychological Review, 91,* 295-327.

Logan, G. D., y Delheimer, J. A. (2001). Parallel memory retrieval in dual-task situations: II. Episodio memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory; and Cognition, 27,* 668-685.

Logan, G. D. y Irwin, D. E. (2000). Don't look! Don't touch! Inhibitory control of eye and hand movements. *Psychonomic Bulletin & Review,* 7, 107-112.

Logan, G. D. y Zbrodoff, N. J. (1979). When it helps to be misled: Facilitative effects of increasing the frequency of conflicting stimuli in a Stroop-like task. *Memory & Cognition,* 7, 166-174.

Lotze, H. (1852). *Medicinische Psychologie oder Physiologie der Seele.* Leipzig: Weidmann.

Lotze, H. (1885). *Quilines ofpsychology.* Minneapolis: S. M. Williams.

Lovie, A. D. (1983). Attention and behaviourism. *British Journal of Psychology, 74,* 301-310.

Lowe, G. (1968). Auditory detection and recognition in a two-alternative, directional uncertainty situation. *Perception & Psychophysics, 4,* 278-280.

Lu, C. H. y Proctor, R. W. (1995). The influence of irrelevant location information on performance: A review of the Simón and spatial Stroop effects. *Psychonomic Bulletin & Review; 2,* 174-207.

Luck, S. J., Fan, S. y Hillyard, S. A. (1993). Attention-related modulation of sensory-evoked brain activity in a visual search task. *Journal of Cognitive Neuroscience, 5,* 188-195.

Luck, S. J. y Girelli, M. (1998). Electrophysiological approaches to the study of selective attention in the human brain. En R. Parasuraman (Ed.), *The attentive brain* (pp. 71-94). Cambridge, MA: MIT Press.

Lundberg, U. y Frankenhaeuser, M. (1978). Psychophysiological reactions to noise as modified by personal control over noise intensity. *Biological Psychology, 6,*51-59.

MacDonald, P. A., Joordens, S., Seergobin, K. N. (1999). Negative priming effects that are bigger than a breadbox: Attention to distractors does not elimínate negative priming, it enhances it. *Memory & Cognition, 27,* 197-207.

Mackworth, N. H. (1961). Researches on the measurement of human performance. En H. W. Sinaiko (Ed.), *Selected papers on human factors in the design and use of control systems* (pp. 174-331). (Reimpresión del Medical Research Council Special Report Series 268, London: H. M. Stationary Office, 1950.)

Mackworth, N. H. (1965). Visual noise causes tunnel visión. *Psychonomic Science, 3,* 67-68.

MacLeod, C. M. (1992). The Stroop task: The "gold standard" of attentional measures. *Journal of Experimental Psychology: General,* 727, 12-14.

Malebranche, N. (1674/1980). *De la recherché de la vérité*/The search after truth. Columbus, OH: Ohio State University Press.

Mané, A. y Donchin, E. (1989). The space fortress game. *Acta Psychologica, 71,* 17-22.

Mangun, G. R., Hansen, J. C. y Hillyard, S. (1987). The spatial orienting of attention: Sensory facilitation or response bias? En R. Johnson, Jr., J. W. Rohrbaugh y R. Parasuraman (Eds.), *Current trends in event-relatedpotential research* (pp. 118-124). Amsterdam: Elsevier.

Mangun, G. R. y Hillyard, S. A. (1991). Modulations of sensory-evoked brain potentials indícate changes in perceptual processing during visual-spatial priming. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 17,* 1057-1074.

McDonald, J. J., Teder-Saelejaervi, W. A. y Hillyard, S. A. (2000). Involuntary orienting to sound improves visual perception. *Nature, 407,* 906-908.

McRae, R. (1976). *Leibniz: Perception, apperception y thought.* Toronto: University of Toronto Press.

Meiran, N. (2000). Reconfiguration of stimulus task sets and response task sets during task switching. En S. Monsell y J. Driver (Eds.), *Control of cognitive processes: Attention and performance XVIII* (pp. 377-399). Cambridge, MA: MIT Press.

Merkel, J. (1885). Die zeitliche Verhaltnisse der Willenstatigkeit [The temporal relations of activities of the will]. *Philosophische Studien,* 2, 73-127.

Meyer, D. E. y Kieras, D. E. (1997a). A computational theory of executive cognitive processes and multiple-task performance: Part 1. Basic mechanisms. *Psychological Review, 104,* 3-65.

Meyer, D. E. y Kieras, D. E. (1997b). A computational theory of executive cognitive processes and multiple-task performance: Part 2. Accounts of psychological refractory period phenomena. *Psychological Review, 104,* 749-791.

Meyer, V., Gross, C. G. y Teuber, H. (1963). Effect of knowledge of site of stimulation on the threshold for pressure sensitivity. *Perceptual and Motor Skills, 16,* 637-640.

Miller, J. (1987). Priming is not necessary for selective-attention failures: Semantic effects of unattended, unprimed letters. *Perception & Psychophysics, 41,* 419-434.

Milliken, B., Tipper, S. P. y Weaver, B. (1994). Negative priming in a spatial localization task: Feature mismatching and distractor inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 20,* 624-646.

Mirón, D., Duncan, G. y Bushnell, M. C. (1989). Effects of attention on the intensity and unpleasantness of thermal pain. *Pain, 39*, 345-352.

Mondor, T. A., Breau, L. M. y Milliken, B. (1998). Inhibitory processes in auditory selective attention: Evidence of location based and frequency based inhibition of return. *Perception & Psychophysics, 60,* 296-302.

Monsell, S. y Driver, J. (2000). Banishing the control homunculus. En S. Monsell y J. Driver (Eds.), *Control of cognitive processes: Attention and performance XVIII* (pp. 3-32). Cambridge, MA: MIT Press.

Moore, C. M. (1994). Negative priming depends on probe-trial conflict: Where has all the inhibition gone? *Perception & Psychophysics, 56,* 133-147. See also "Negative priming depends on probe-trial conflict: Where has all the inhibition gone?": Erratum. *Perception & Psychophysics, 56,* 721.

Moore, C. M., Yantis, S. y Vaughan, B. (1998). Object-based visual selection: Evidence from perceptual completion. *Psychological Science, 9,* 104-110.

Moray, N. (1959). Attention in dichotic listening: Affective cues and the influence of instructions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 11,* 56-60.

Moray, N. (1969). *Listening and attention.* Baltimore: Penguin.

Moray, N., Bates, A. y Barnett, T. (1965). Experiments on the four-eared man. *Journal of the Acoustical Society of America, 38,* 196-201.

Moss, C. F. y Carr, C. E. (2003). Comparative psychology of audition. En M. Gallagher y R. J. Nelson (Eds.), *Biological psychology.* Vol. 4 de I. B. Weiner (Editor Jefe) *Handbook of psychology* (pp. 71-107). New York: Wiley.

Müller, H. J. y Rabbitt, P. M. A. (1989). Reflexive and voluntary orienting of visual attention: Time course of activation and resistance to interruption. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 15,* 315-330.

Murray, D. J. y Ross, H. E. (1982). Vives (1538) on memory and recall. *Canadian Psychology, 23,* 22-31.

Näätänen, R. (1992). *Attention and brain function.* Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Naito, E. y Matsumura, M. (1996). Movement-related potentials associated with motor inhibition under different preparatory states during performance of two visual stop signal paradigms in humans. *Neuropsychologia, 34,* 565-573.

Nakayama, K. y Silverman, G. H. (1986). Serial and parallel processing of visual feature conjunctions. *Nature, 320,* 264-265.

Naveh-Benjamin, M. y Jonides, J. (1984). Maintenance rehearsal: A two-component analysis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 10,* 369-385.

Navon, D. (1984). Resources—A theoretical soup stone? *Psychological Review,* 97,216-234.

Navon, D. y Gopher, D. (1979). On the economy of the human-processing system. *Psychological Review, 86*, 214-255.

Neely, J. H. (1977). Semantic priming and retrieval from lexical memory: Roles of inhibitionless spreading activation and limited-capacity attention. *Journal of Experimental Psychology: General, 106*, 226-254.

Neill, W. T. y Valdes, L. A. (1992). Persistence of negative priming: Steady state or decay? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 18*, 565-576.

Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology.* New York: Appleton-Century-Crofts.

Neisser, U. (1976). *Cognition and reality.* San Francisco: Freeman.

Neisser, U. y Becklen, R. (1975). Selective looking: Attending to visually specified events. *Cognitive Psychology, 7*, 480-494.

Neumann, O. (1987). Beyond capacity: A fiinctional view of attention. En H. Heuer y F. Sanders (Eds.), *Perspectives on perception and action* (pp. 361-394). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Nissen, M. J. y Bullemer, P. (1987). Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology, 19*, 1-32.

Norman, D. A. (1968). Towards a theory of memory and attention. *Psychological Review, 75*, 522-536.

Norman, D. A. (1981). Categorization of action slips. *Psychological Review, 88*, 1-15.

Norman, D. A. y Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. En R. J. Davidson, G. E. Schwartz y D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation* (Vol. 4, pp. 1-18). New York: Plenum Press.

Osman, A., Kornblum, S. y Meyer, D. E. (1990). Does motor programming necessitate response execution? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 16*, 183-198.

Paquet, L. y Craig, G. L. (1997). Evidence for selective target processing with a low perceptual load flankers task. *Memory & Cognition, 25*, 182-189.

Parasuraman, R. (1984). The psychobiology of sustained attention. En J. S. Warm (Ed.), *Sustained attention and human performance* (pp. 61-101). London: Wiley.

Parducci, A. (1965). Category judgment: A range-frequency model. *Psychological Review, 72, 407^418.*

Pashler, H. (1984). Evidence against late selection: Stimulus quality effects in previewed displays. *Journal of Experimental Psychology/: Human Perception and Performance, 10*, 429-448.

Pashler, H. (1998). *The psychology of attention.* Cambridge, MA: MIT Press.

Pashler, H. (2000). Task switching and multitask performance. En S. Monsell y J. Driver (Eds.), *Control of cognitive processes: Attention and performance XVIII* (pp. 275-423). Cambridge, MA: MIT Press.

Patterson, R. D. (1974). Auditory filter shape. *Journal ofthe Acoustical Society ofAmerica, 55,* 802-809.

Pavani, F., Spence, C. y Driver, J. (2000). Visual capture of touch: Out-of-the-body experiences with rubber gloves. *Psychological Science, 11,* 353-359.

Pavlov, I. P. (1960). *Conditioned reflexes.* New York: Dover.

Pew, R. (1995). The state of situational awareness measurement: Circa 1995. En D. J. Garland y M. R. Endsley (Eds.), *Proceedings of an international conference on experimental analysis and measurement of situation awareness* (pp. 7-15). Daytona Beach, FL: Embry-Riddle Aeronautical University Press.

Pillsbury, W. B. (1908). *Attention.* (Reprinted in 1973 by Arno Press, New York)

Posner, M. I. (1978). *Chronometric explorations ofmind.* Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 32,* 3-25.

Posner, M. I. (1982). Cumulative development of attentional theory. *American Psychologist, 37,* 168-179.

Posner, M. I y Boies, S. J. (1971). Components of attention. *Psychological Review,* 75,391-408.

Posner, M. I. y Cohén y. P. C. (1984). Components of visual orienting. En H. Bouma y D. Bouwhuis (Eds.), *Attention and performance X* (pp. 531-566). London: Erlbaum.

Posner, M. I. y Snyder, C. R. R. (1975). Attention and cognitive control. En R. L. Solso (Ed.), *Information processing and cognition: The Loyola symposium* (pp. 55-85). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Posner, M. I., Snyder, C. R. R. y Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signáis. *Journal of Experimental Psychology: General, 109,* 160-174.

Potter, M. C. (1976). Short-term conceptual memory for pictures. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 2,* 509-522.

Prinzmetal, W. (1981). Principies of feature integration in visual perception. *Perception & Psychophysics, 30,* 330-340.

Proctor, R. W. y Dutta, A. (1995). *Principies of skill acquisition and human performance.* Newbury Park, CA: Sage.

Rafal, R. y Henik, A. (1994). The neurology of inhibition: Integrating controlled and automatic processes. En D. Dagenbach y T. H. Carr (Eds.), *Inhibitoiy processes in attention, memory, and language* (pp. 1-51). San Diego: Academic Press.

Rasmussen, G. (1946). The olivary peduncle and other fibrous projections of the superior olivary complex. *Journal of Comparative Neurology, 84,* 141-219.

Raymond, J. E., Shapiro, K. L. y Arnell, K. M. (1992). Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional blink? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 18,* 849-860.

Reason, J. (1979). Actions not as planned: The price of automatization. En G. Underwood y Stevens (Eds.), *Aspects of consciousness,* Vol. 1 (pp. 67-89). London: Academic Press.

Remington, R. y Pierce, L. (1984). Moving attention: Evidence for time invariant shifts of visual selective attention. *Perception & Psychophysics, 35,* 393-399.

Rensink, R. A., O'Regan, J. K. y Clark, J. J. (1997). To see or not to see: The need for attention to perceive changes in scenes. *Psychological Science, 8,* 368-373.

Ribot, T. (1890). *The psychology of attention.* Chicago: Open Court Press.

Ridderinkhof, K. R., Band, G. P. H. y Logan, G. D. (1999). A study of adaptive behavior: Effects of age and irrelevant information on the ability to inhibit one's actions. *Acta Psychologica, 101,* 315-337.

Rieger, M. y Gauggel, S. (1999). Inhibitory after-effects in the stop signal paradigm. *British Journal of Psychology, 90,* 509-518.

Riggio, L. y Kirsner, K. (1997). The relationship between central cues and peripheral cues in covert visual orientation. *Perception & Psychophysics, 59,* 885-899.

Rogers, R. D. y Monsell, S. (1995). Costs of a predictable switch between simple cognitive tasks. *Journal of Experimental Psychology: General, 124,* 207-231.

Rossetti, Y. y Revonsuo, A. (Eds.). (2000). *Beyond dissociation: Interaction between dissociated implicit and explicit processing.* Amsterdam: John Benjamins.

Ruthruff, E., Johnston, J. C. y Van Selst, M. (2001). Why practice reduces dual-task interference. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 27,* 3-21.

Ruthruff, E., Johnston, J. C., Van Selst, M., Whitsell, S. y Remington, R. (2003). Vanishing dual-task interference after practice: Has the bottleneck been eliminated or is it merely latent? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 29,* 280-289.

Salas, E. y Cannon-Bowers, J. A. (1997). Methods, tools, and strategies for team training. En A. Quiñones y A. Ehrenstein (Eds.), *Training for a rapidly changing workplace: Applications of psychological research* (pp. 249-279). Washington, DC: American Psychological Association.

Salthouse, T. A. y Miles, J. D. (2002). Aging and time-sharing aspects of executive control. *Memory & Cognition, 30,* 572-582.

Sanders, A. F. (1983). Towards a model of stress and human performance. *Acta Psychologica, 53*, 61-97.

Sanders, A. F. (1997). A summary of resource theories from a behavioral perspective. *Biological Psychology, 45*, 5-18.

Sarter, N. B. y Woods, D. D. (1995). "How in the world did we ever get into that mode?" Mode error and awareness in supervisory control. *Human Factors, 37,* 5-19.

Scharf, B. (1988). The role of listening in the measurement of hearing. En S. D. G. Stephens (Ed.), *Advances in audiology* (pp. 13-26). Basel, Switzerland: Karger.

Scharf, B. (1998). Auditory attention: the psychoacoustical approach. En H. Pashler (Ed.), *Attention* (pp. 75-117). Hove, UK: Psychology Press.

Scharf, B. y Buus, S. (1986). Audition I: Stimulus, physiology, thresholds. En K. Boff, L. Kaufman y J. Thomas (Eds.), *Handbook of perception and performance* (Yol. I, pp. 14-1-14-71). New York: Wiley.

Schneider, W. y Fisk, A. D. (1982). Concurrent automatic and controlled visual search: Can processing occur without resource cost? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 8*, 261-278.

Schneider, W. y Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. *Psychological Review, 84*, 1-66.

Schweickert, R. (1983). Latent network theory: Scheduling of processes in sentence verifícation and the Stroop effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 9*, 353-383.

Seagull, J. y Gopher, D. (1997). Training head movement in visual scanning: An embedded approach to the development of piloting skills with helmet-mounted displays. *Journal of Experimental Psychology: Applied,* 5, 163-189.

Selcon, S. J. y Taylor, R. M. (1990). Evaluation of the situational awareness rating technique (SART) as a tool for aircrew systems design. En *Situational awareness in aerospace operations* (AGARD-CP-478, pp. 5-1—5-8). Neuilly-sur-Seine, France: NATO-AGARD.

Shallice, T. y Burgess, P. W. (1991). Déficits in strategy application following frontal lobe damage in man. *Brain, 114*, 727-741.

Shannon, C. E. y Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication.* Urbana, IL: University of Illinois Press.

Shiffrin, R. M., Diller, D. y Cohén, A. (1996). Processing visual information in an unattended location. En A. F. Kramer y M. G. H. Coles (Eds.), *Converging operations in the study of visual selective attention* (pp. 225-245). Washington, DC: American Psychological Association.

Shiffrin, R. M. y Grantham, D. W. (1974). Can attention be allocated to sensory modalities? *Perception & Psychophysics,* 75, 460-474.

Shiffrin, R. M. y Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. *Psychological Review, 84,* 127-190.

Simón, J. R. (1990). The effects of an irrelevant directional cue on human information processing. En R. W. Proctor y T. G. Reeve (Eds.), *Stimulus-response compatibility: An integratedperspective* (pp. 31-86). Amsterdam: North-Holland.

Simón, J. R. y Small, A. M., Jr., (1969). Processing auditory information: Interference from an irrelevant cue. *Journal of Applied Psychology,* 53, 433^35.

Simons, D. J. (2000). Current approaches to change blindness. *Visual Cognition, 7,* 1-15.

Simons, D. J. y Levin, D. T. (1998). Failure to detect changes to people in a real-world interaction. *Psychonomic Bulletin & Review, 5,* 644-649.

Smith, M. C. (1967). Theories of the psychological refractory period. *Psychological Bulletin, 67,* 202-213.

Snyder, J. J. y Kingstone, A. (2000). Inhibition of return and visual search: How many separate loci are inhibited? *Perception & Psychophysics, 62,* 452^458.

Sohn, M. H. y Carlson, R. A. (2000). Effects of repetition and foreknowledge in task set reconfiguration. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 26,* 1445-1460.

Sokolov, E. N. (1963). *Perception and the conditioned reflex.* New York: Macmillan.

Sorkin, R. D., Pohlmann, L. D. y Gilliom, J. D. (1973). Simultaneous two-channel signal detection. III. 630- and 1400-Hz signáis. *Journal of the Acoustic Society of America, 53,* 1045-1050.

Spelke, E., Hirst, W. y Neisser, U. (1976). Skills of divided attention. *Cognition, 4,* 215-230.

Spence, C. J. y Driver, J. (1994). Covert spatial orienting in audition: Exogenous and endogenous mechanisms. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 20,* 555-574.

Spence, C. J. y Driver, J. (1996). Audiovisual links in endogenous covert spatial attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 22,* 1005-1030.

Spence, C. J. y Driver, J. (1997a). Audiovisual links in exogenous covert spatial orienting. *Perception & Psychophysics, 59,* 1-22.

Spence, C. J. y Driver, J. (1997b). On measuring selective attention to an expected sensory modality. *Perception & Psychophysics , 59,* 389-403.

Spence, C. J. y Driver, J. (2000). Attracting attention to the illusory location of a sound: Reflexive crossmodal orienting and ventriloquism. *NeuroReport, 11,* 2057-2061.

Sperandio, J. C. (1971). Variation of operator's strategies and regulating effects on workload. *Ergonomics, 14*, 571-577.

Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs: General and Applied, 74*, 1-29.

Spitz, G. (1988). Flexibility in resource allocation and the performance of time-sharing tasks. *Proceedings of the Human Factors Society 32nd Annual Meeting* (pp. 1466-1470). Santa Monica, CA: Human Factors Society.

Stein, B. E. y Meredith, M. A. (1993). The merging of the senses. Cambridge, MA: MIT Press.

Stewart, L., Ellison, A., Walsh, V. y Cowey, A. (2001). The role of transcranial magnetic stimulation (TMS) in studies of visión, attention and cognition. *Acta Psychologica, 107*, 275-291.

Strayer, D. L. y ICramer, A. F. (1990). Attentional requirements of automatic and controlled processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 16*, 67-82.

Stroop, J. R. (1992). Studies of interference in serial verbal reactions. (Reprinted from *Journal of Experimental Psychology, 18*, 643-662, 1935.) *Journal of Experimental Psychology: General, 121*, 15-23.

Tanner, W. y Norman, R. (1954). The human use of information: II. Signal detection for the case of an unknown signal parameter. *Transactions of the Institute of Radio Engineering, Professional Group on Information Theory, 4*, 222-227.

Teder-Sálejárvi, W. A., McDonald, J. J., Di Russo, F. y Hillyard, S. A. (2002). An analysis of audio-visual crossmodal integration by means of event-related potential (ERP) recordings. *Cognitive Brain Research, 14*, 106-114.

Telford, C. W. (1931). Refractory phase of voluntary and associative responses. *Journal of Experimental Psychology, 14*, 1-35.

Tipper, S. P. (2001). Does negative priming reflect inhibitory mechanisms? A review of conflicting views. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 54A*, 321-343.

Tipper, S. P., Brehaut, J. C. y Driver, J. (1990). Selection of moving and static objects for the control of spatially directed action. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 16*, 492-504.

Tipper, S. P., Driver, J. y Weaver, B. (1991). Object-centered inhibition of return of visual attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology, 43A*, 289-298.

Tipper, S. P., Lortie, C. y Baylis, G. C. (1992). Selective reaching: Evidence for action-centered attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 18*, 891-905.

Tipper, S. P. y Weaver, B. (1998). The médium of attention: Location-based, object-centred, or scene-based? En R. D. Wright (Ed.), *Visual attention* (pp. 77-107). New York: Oxford University Press.

Titchener, E. B. (1908). *Psychology offeeling and attention.* New York: MacMillan. (Reimpresión en 1973 por Arno Press, New York).

Toet, A., Kooi, F. L., Bijl, P. y Valeton, J. M. (1998). Visual conspicuity determines human target acquisition performance, *Optical Engineering, 37,* 1969-1975.

Treat, J., Tumbas, N., McDonald, S., Shinar, D., Hume, R., Mayer, R., et al. (1979). *Tri-level study of the causes of traffic accidents: Executive summary* (National Technical Information Services Tech. Rep. No. DOT HS-805 099). Bloomington: University of Indiana.

Treisman, A. (1960). Contextual cues in selective listening. *Quarterly Journal of Experimental Psychology;* 72, 242-248.

Treisman, A. (1964a). The effect of irrelevant material on the efficiency of selective listening. *American Journal of Psychology,* 77, 533-546.

Treisman, A. (1964b). Monitoring and storage of irrelevant messages in selective attention. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 3,* 533-546.

Treisman, A. (1964c). Verbal cues, language, and meaning in attention. *American Journal of Psychology,* 77, 206-214.

Treisman, A. (1998). The perception of features and objects. En R. D. Wright (Ed.), *Visual attention* (pp. 26-54) New York: Oxford University Press.

Treisman, A. y Davies, A. (1973). Dividing attention to ear and eye. En S. Kornblum (Ed.), *Attention and performance IV* (pp. 101-117). New York: Academic Press.

Treisman, A. y Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology, 12,* 97-136.

Treisman, A. y Riley, J. G. A. (1969). Is selective attention selective perception or selective response? A further test. *Journal of Experimental Psychology, 79,* 27-34.

Treisman, A. y Sato, S. (1990). Conjunction search revisited. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 16,* 459-^78.

Treisman, A. y Schmidt, H. (1982). Illusory conjunctions in the perception of objects. *Cognitive Psychology, 14,* 107-141.

Tsal, Y. (1983). Movement of attention across the visual field. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 9,* 523-530.

Tsal, Y. y Lamy, D. (2000). Attending to an object's color entails attending to its location: Support for location-special views of visual attention. *Perception & Psychophysics, 62,* 960-968.

Tsang, P. S. y Vidulich, M. A. (1994). The roles of immediacy and redundancy in relative subjective workload assessment. *Human Factors, 36*, 503-513.

Tzelgov, J., Henik, A. y Berger, J. (1992). Controlling Stroop effects by manipulating expectations for color words. *Memory & Cognition, 20*, 727-735.

Umiltá, C. y Nicoletti, R. (1985). Attention and coding effects in S-R compatibility due to irrelevant spatial cues. En M. I. Posner y O. S. M. Marin (Eds.), *Attention and Performance XI* (pp. 456-471). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Underwood, G. (1974). Moray vs. the rest: The effects of extended shadowing practice. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 26*, 368-372.

Uttal, W. R. (2001). *The new phrenology: The limits of localizing cognitive processes in the brain.* Cambridge, MA: MIT Press.

Van der Heijden, A. H. C. (1992). *Selective attention in visión.* London, New York: Routledge.

Van der Lubbe, R. H. J., Keuss, P. J. G. y Stoffels, E.-J. (1996). Threefold effect of peripheral precues: Alertness, orienting, and response tendencies. *Acta Psychologica, 94*, 319-337.

Van der Lubbe, R. H. J. y Woestenburg, J. C. (1997). Modulation of early ERP components with peripheral precues: A trend analysis. *Biological Psychology, 45*, 143-158.

Van Selst, M. A., Ruthruff, E. y Johnston, J. C. (1999). Can practice elimínate the Psychological Refractory Period effect? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 25*, 1268-1283.

Vandenberghe, R., Duncan, J., Arnell, K. M., Bishop, S. J., Herrod, N. J., Owen, A. M., et al. (2000). Maintaining and shifting attention within right or left hemifield. *Cerebral Cortex, 10*, 706-713.

Vandenberghe, R., Duncan, J., Dupont, P., Ward, R., Poline, J.-B., Bormans, G., et al. (1997). Attention to one or two features in left or right visual fíeld: A positron emission tomography study. *Journal of Neuroscience, 17*, 3739-3750.

Verleger, R. (1997). On the utility of P3 latency as an index of mental chronometry. *Psychophysiology, 34*, 131-156.

Vicente, K. J., Thornton, D. C. y Moray, N. (1987). Spectral analysis of sinus arrhythmia: A measure of mental effort. *Human Factors, 29*, 171-182.

Vidulich, M. A. (2000). Testing the sensitivity of situation awareness metrics in interface evaluations. En M. R. Endsley y D. J. Garland (Eds.), *Situation awareness analysis and measurement* (pp. 227-246). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Virzi, R. A. y Egeth, H. E. (1985). Toward a translational model of Stroop interference. *Memory & Cognition, 13*, 304-319.

Visser, T. W. A., Bischof, W. F. y Di Lollo, V. (1999). Attentional switching in spatial and nonspatial domains: Evidence from the attentional blink. *Psychological Bulletin, 125,* 458-469.

Vives, J. L. (1538/1948). On the soul and on life. En J. L. Vives, *Obras completas* (traducción al español por L. Riber). Madrid: M. Aguilar.

Vogel, E. K. y Luck, S. J. (2000). The visual NI component as an index of a discrimination process. *Psychophysiology, 37,* 190-203.

Vogel, E. K., Luck, S. J. y Shapiro, K. L. (1998). Electrophysiological evidence for a postperceptual locus of suppression during the attentional blink. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 24,* 1656-1674.

Volpe, C., E., Cannon-Bowers, J. A., Salas, E. y Spector, R E. (1996). The impact of cross-training on team functioning: An empirical investigation. *Human Factors, 38,* 87-100.

von Helmholtz H. (1894). Über den Ursprung der richtigen Deutung unserer Sinneseindrücke (The origin of the correct interpretation of our sensory impressions). Traducido en R. M. Warren y R. R Warren (1968). *Helmholtz on perception, its physiology, and development* (pp. 249-260). New York: Wiley.

Von Wright, J. M. (1968). Selection in visual immediate memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 20,* 62-68.

Ward, L. M. (1994). Supramodal and modality-specific mechanisms for stimulus-driven shifts of auditory and visual attention. *Canadian Journal of Experimental Psychology, 48,* 242-259.

Ward, L. M., McDonald, J. J. y Golestani, N. (1998). Crossmodal control of attention shifts. En R. D. Wright (Ed.), *Visual attention* (pp. 232-268). New York: Oxford University Press.

Wassermann, E. M. y Lisanby, S. H. (2001). Therapeutic application of repetitive transcranial magnetic stimulation: A review. *Clinical Neurophysiology, 112,* 1367-1377.

Watson, D. G. y Humphreys, G. W. (1997). Visual marking: Prioritizing selection for new objects by top down attentional inhibition of oíd objects. *Psychological Review, 104,* 90-122.

Watson, D. G. y Humphreys, G. W. (1998). Visual marking of moving objects: A role for top-down feature based inhibition in selection. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 24,* 946-962.

Watson, D. G. y Humphreys, G. W. (2000). Visual marking: Evidence for inhibition using a probe-dot detection paradigm. *Perception & Psychophysics, 62,* 471-481.

Watson, F. (1915). The father of modern psychology. *Psychological Review,* 22, 333-353.

Weber, T. A., Kramer, A. F. y Miller, G. A. (1997). Selective processing of superimposed objects: An electrophysiological analysis of object-based attentional selection. *Biological Psychology, 45,* 159-182.

Welch, J. C. (1898). On the measurement of mental activity through muscular activity and the determinaron of a constant of attention. *American Journal of Physiology, 1,* 253-306.

Welford, A. T. (1952). The "psychological refractory period" and the timing of high-speed performance: A review and a theory. *British Journal of Psychology, 43,* 2-19.

Welford, A. T. (1980). On the nature of higher-order skills. *Journal of Occupational Psychology, 53,* 107-110.

Weltman, G., Smith, J. E. y Egstrom, G. H. (1971). Perceptual narrowing during simulated pressure-chamber exposure. *Human Factors, 13,* 99-107.

Wertheim, A. H. (2002). *Eccentric perceptibility and contrast reduction as components of visual conspicuity.* (Tech. Rep. TM-02-C054). TNO-Human Factors, Soesterberg, Netherlands.

Wickens, C. D. (1980). The structure of attentional resources. En R. Nickerson (Ed.), *Attention and performance VIII* (pp. 239-257). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Wickens, C. D. (1984). Processing resources in attention. En R. Parasuraman y D. R. Davies (Eds.), *Varieties of attention* (pp. 63-102). New York: Academic Press.

Wickens, C. D. (1999). Cognitive factors in aviation. En F. T. Durso (Ed.), *Handbook of applied cognition* (pp. 247-282). Chichester, UK: Wiley.

Wickens, C. D. y Hollands, J. G. (2000). *Engineeringpsychology and human performance* (3rd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Wilkinson, R. T. (1962). Muscle tensión during mental work under sleep deprivation. *Journal of Experimental Psychology, 64,* 565-571.

Wilkinson, R. T. (1963). Interaction of noise with knowledge of results and sleep deprivation. *Journal of Experimental Psychology, 66,* 332-337.

Wolfe, J. M. (1994). Guided Search 2.0: A revised model of visual search. *Psychonomic Bulletin & Review, 1,* 202-238.

Wolfe, J. M. (1998). What can 1 million triáis tell us about visual search? *Psychological Science, 9,* 33-39.

Wolfe, J. M., Cave, K. R. y Franzel, S. L. (1989). Guided search: An alternative to the modified feature integration model for visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 15, 419^33.*

Wolfe, J. M. y Pokorny, C. W. (1990). Inhibitory tagging in visual search: A failure to replícate. *Perception & Psychophysics, 48,* 357-362.

Woods, D. L., Alain, C., Diaz, R., Rhodes, D. y Ogawa, K. H. (2001). Location and frequency cues in auditory selective attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 27,* 65-74.

Woodworth, R. S. (1899). The accuracy of voluntary movement. *Psychological Review, 3* (Monograph Supplement), 1-119.

Woodworth, R. S. (1938). *Experimental psychology.* New York: Holt.

Wundt, W. (1907a). *Lectures on human and animal psychology.* New York: Macmillan. (Traducción de la 2ª edición en alemán por J. B. Creighton y E. B. Titchener.)

Wundt, W. (1907b). *Outlines of psychology* (3ª rev. de la edición inglesa, C. H. Judd, traductor). Leipzig: Engelmann.

Wundt, W. (1912). *An introduction to psychology.* London: Alien & Unwin.

Yantis, S. (1988). On analog movements of visual attention. *Perception & Psychophysics, 43,* 203-206.

Yantis, S. (2000). Goal-directed and stimulus-driven determinants of attentional control. En S. Monsell y J. Driver (Eds.), *Control of cognitive processes: Attention and performance XVIII* (pp. 73-103). Cambridge, MA: MIT Press.

Yantis, S. y Johnson, D. N. (1990). Mechanisms of attentional priority. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 16,* 812-825.

Yantis, S. y Jonides, J. (1984). Abrupt visual onsets and selective attention: Evidence from visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 10,* 601-621.

Yeh, Y.Y. y Wickens, C. D. (1988). Dissociation of performance and subjective measures of workload. *Human Factors, 30,* 111-120.

Yerkes, R. M. y Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology, 18,* 459—482.

ISBN-13:978-84-9961-201-0



www.cerasa.es